



النفايات المنزلية

بين إعادة التدوير والأضرار الصحية والبيئية

فارس بن دباس عبدالرحمن السويلم

العبيكان
Obekan

ح مكتبة العبيكان للتعليم، ١٤٣٧هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

السويلم؛ فارس دباس

النفائيات المنزلية بين إعادة التدوير والأضرار الصحية والبيئية . /

فارس دباس السويلم. - الرياض، ١٤٣٧هـ

١٦٨ ص؛ ١٤ × ٢١ سم.

ردمك: ٨-٨٧٦-٥٠٣-٦٠٣-٩٧٨

٢- تلوث البيئة

١- النفائيات المنزلية

أ. العنوان

٣- إعادة تدوير النفائيات

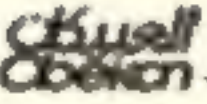
١٤٣٧ / ١١٧٣

ديوي ٣٦٣، ٧٢٨٥

حقوق الطباعة محفوظة للناشر

الطبعة الأولى

١٤٣٧هـ / ٢٠١٦م

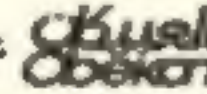
الناشر  للنشر

المملكة العربية السعودية - الرياض - المحمدية - طريق الأمير تركي بن عبدالعزيز الأول

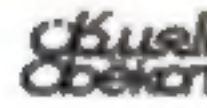
هاتف: ٤٨٠٨٦٥٤ فاكس: ٤٨٠٨٠٩٥ ص.ب: ٦٧٦٢٢ الرياض ١١٥١٧

موقعنا على الإنترنت

www.obeikanpublishing.com

متجر  على أبل

<http://itunes.apple.com/sa/app/obeikan-store>

امتياز التوزيع شركة مكتبة 

المملكة العربية السعودية - الرياض - المحمدية - طريق الأمير تركي بن عبدالعزيز الأول

هاتف: ٤٨٠٨٦٥٤ - فاكس: ٤٨٨٩٠٢٣ ص.ب: ٦٢٨٠٧ الرياض ١١٥٩٥

جميع الحقوق محفوظة للناشر. ولا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو نقله في أي شكل أو واسطة، سواء أكانت إلكترونية أو ميكانيكية، بما في ذلك التصوير بالنسخ «فوتوكوبي»، أو التسجيل، أو التخزين والاسترجاع، دون إذن خطي من الناشر.



مقدمة ٩

الفصل الأول: النفايات المنزلية - تعريف وتصنيف ١٥

مدخل ١٧

تعريف النفايات المنزلية ١٧

تصنيف النفايات المنزلية ١٩

أ. نفايات منزلية قصيرة الأجل ٢٠

• نفايات ورقية ٢٠

• نفايات الطعام ٢٢

• نفايات بلاستيكية ٢٥

• نفايات زجاجية ومعدنية ٢٩

• نفايات منزلية أخرى ٣٠

ب. نفايات منزلية طويلة الأجل ٣١

نفايات منزلية خطيرة ٣٤

الفصل الثاني: النفايات المنزلية الخطرة وأضرارها ٣٧

مدخل ٣٩

تعريف النفايات المنزلية الخطرة ٤٠

نصائح عند التعامل مع الكيماويات المنزلية ٥١

بدائل للكيماويات المنزلية ٥٤

الفصل الثالث: إدارة النفايات المنزلية، وطرق التخلص منها ٥٩

٦١	مدخل
٦٢	إدارة النفايات المنزلية
٦٣	• دور المجتمع
	• الفرز المنزلي للنفايات ونقط التجميع أمام المنازل وداخل
٦٤	الأحياء السكنية
٦٨	طرق التخلص من النفايات ومعالجتها
٧٠	أ. الدفن والحرق المفتوح (العشوائي)
٧٣	ب. استرجاع وإعادة تدوير النفايات
٧٤	• إنتاج مخصبات التربة والأسمدة من النفايات العضوية
٧٨	• إعادة التدوير
٧٩	الورق ومنتجاته
٨٣	المعادن
٨٩	الزجاج
٩١	البلاستيك
٩٧	إعادة التدوير الفيزيائي
٩٩	إعادة التدوير الكيميائي
٩٩	إعادة التدوير لإنتاج الطاقة
١٠٠	ج. المحارق الخاصة بالنفايات لإنتاج الطاقة
١٠١	د. إنتاج الغاز الحيوي من مدافن النفايات
١٠٣	إدارة النفايات المنزلية في المملكة العربية السعودية

الفصل الرابع : اقتصاديات النفايات المنزلية ١٠٧

مدخل	١٠٩
تكلفة إدارة النفايات المنزلية	١١٠
اقتصاديات إعادة تدوير النفايات المنزلية	١١٣
شرح المصطلحات والرموز	١١٩

ملحق أ

بطاقة معلومات سلامة مادة	١٢١
--------------------------------	-----

ملحق ب

نظام إدارة النفايات الصلبة في المملكة العربية السعودية	١٢٧
--	-----

ملحق ج

مشروع معالجة وإعادة تدوير النفايات البلاستيكية في مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية	١٢٩
--	-----

المراجع ١٣٥



مقدمة

«وان كنت على نهر جار».

قالها رسول الله محمد ﷺ موجهاً أحد صحابته رضي الله عنه جميعاً بعدم الإسراف في الماء أثناء الوضوء.

إن النبي الأمي ﷺ قد وضع بهذا التوجيه أساساً لأحد أهم العلوم في العصر الحديث، وهو ما يعرف بالتنمية المستدامة أو الاستدامة، الذي يهدف بشكل جوهري إلى حفظ البيئة عن طريق عدة ممارسات تؤدي إلى حفظ الموارد الطبيعية والتركيز على استغلال مصادر الطاقة المتجددة والنظيفة، واستخدام التقنيات الخضراء في الصناعة، والحد قدر الإمكان من توليد الملوثات بكافة أشكالها، وتفعيل مبادئ التدوير فيما يخص المواد الاستهلاكية، وغير ذلك من الطرق التي تضمن الاستغلال الأمثل للموارد واستمراريتها، وإدارة الملوثات إن وجدت بشكل فاعل.

إن من الظواهر التي تخالف مبادئ الاستدامة هو تكون النفايات بمختلف أنواعها وتعدد أشكالها، حيث تشكل تلك النفايات عبئاً ثقيلاً على المجتمع، من حيث إدارتها بشكل فاعل يضمن التخلص السليم منها: إما بدفنها أو استغلالها لإنتاج الطاقة. وفي حالات قليلة يتم إعادة تدوير جزء منها. هذا بلا ريب يتطلب إنفاق

أموال طائلة واستهلاك مساحات كبيرة جداً من الأرض، لإنشاء المدافن والتجهيزات الخاصة بالتخلص من تلك المواد، التي تتكون بكميات هائلة وبشكل يومي.

إن الزيادة المهولة في كمية النفايات التي تنشأ بشكل يومي وتعدد أنواعها يرتبط بشكل وثيق بالطفرة الصناعية، وكذلك التجارية التي شهدتها العالم في العقود القليلة الماضية. أدى هذا التقدم الصناعي والتجاري إلى زيادة كبيرة جداً في كمية الاستهلاك للسلع بمختلف أنواعها. هذا الاستهلاك يؤدي بالضرورة إلى تكون مواد يتم التخلص منها على هيئة نفايات، ولنضرب لذلك مثلاً - فقبل انتشار المواد البلاستيكية - كانت المواد الغذائية، سواء كانت طعاماً أو شرباً تعبأ في أواني معدنية أو زجاجية، وتكون قابلة لإعادة التعبئة: كقوارير اللبن والمشروبات الغازية وغيرها. أيضاً كان الناس يجلبون المأكولات من المطاعم باستخدام أواني الطبخ المعدنية وعند التسوق من المحلات التجارية يتم استخدام الكرتون أو الورق لجلب الحاجيات. أما الآن وقد انتشرت مواد تعبئة وتغليف الغذاء البلاستيكية فأصبحنا نرى الأكياس والعلب الفارغة تملأ الأرجاء، وعندما يجلب أحدها طعاماً جاهزاً فإن حجم النفايات البلاستيكية التي تنشأ بعد الانتهاء من الأكل تضاهي أضعاف حجم الطعام الذي تم استهلاكه. هذا علاوة على أن ما تم استهلاكه من طعام قد تمت الاستفادة منه بشكل تام في تغذية أجسامنا: أما ما تخلف من مواد بلاستيكية توصم بأنها نفايات وهي لا تختلف عن

المواد البلاستيكية الجديدة تبقى عبئاً ثقیلاً على كاهل البيئة. إن الحل الأمثل بكل سهولة أن يكون لدينا حاويات متعددة في المنزل مخصصة لعزل النفايات عن بعضها، ومن ثم يتم إعادة تدويرها.

من هنا ينبغي للقارئ المكرم أن يتنبه إلى الحاجة الملحة لتقليل كمية النفايات لحفظ البيئة، وذلك من خلال بعض الممارسات الحضارية، التي يمكن أن تحد من التلوث بتلك الكميات الضخمة من النفايات. يكون ذلك بالتزام إستراتيجية التاءات الثلاث (ت-ت-ت)، وهي اختصار لثلاث ممارسات، هي تقليل وتكرار استعمال وتدوير. التقليل يعني الحد من استخدام المواد التي تؤول إلى نفايات، وهذا يرجع في الأساس إلى الوعي البيئي لدى الشخص، فعندما يقوم أحدها بشراء علبة ماء صغيرة، فإن ذلك لا يستدعي حملها في كيس بلاستيكي يكون مصيره الرمي بمجرد الخروج من السوق. الممارسة الثانية وهي تكرار الاستعمال، تعني أن نقوم بإعادة استخدام المادة على هيئة مغلف أو كيس أو علبة وخلافها، مرات عديدة ما لم يكن هناك خطورة على الصحة، وذلك من أجل الحد من استهلاك مواد جديدة تؤول في النهاية إلى نفايات. وأخيراً فإن الممارسة الثالثة وهي التدوير، فتعني أن تصنف النفايات بحسب نوعها، لتخضع لبرامج إعادة التدوير لإغراض متعددة كإنتاج الطاقة وغيرها، وسوف يتم التطرق إلى هذه التقنيات من خلال الفصل الثالث من هذا الكتاب.

تصنف النفائات بحسب مصدرها، فهناك النفائات البلدية التي تنشأ من المنازل والمتاجر والمرافق الخدمية وغيرها، وهناك النفائات الصناعية التي تنتج من جراء النشاط الصناعي، والنفائات الزراعية والطبية التي تكون نتيجة الأنشطة الزراعية والصحية من خلال المستشفيات والمراكز الصحية وغيرها. وعلاوة على ذلك يوجد أنواع أخرى لا تقل أهمية من ناحية إلحاق الضرر بالبيئة إذا لم تدر بشكل سليم، وهي النفائات الإلكترونية ومخلفات السيارات، حيث تحتوي تلك النفائات على بعض المواد الضارة جداً بالبيئة: كالمعادن الثقيلة مثل الرصاص وغيره.

يهدف هذا الكتاب إلى التعريف بالنفائات المنزلية من حيث المكونات والحجم والأضرار الاقتصادية والبيئية، التي قد تتجم من جراء الزيادة المطردة في حجم تلك النفائات وتعدد أنواعها في ظل غياب مفهوم شامل لأهمية إعادة تدوير تلك النفائات أو الاستفادة منها والتخلص منها، بطرق حضارية وسليمة. نظراً لأهمية الحديث عن النفائات المنزلية الخطرة وضرورة توعية المجتمع بذلك، فقد أفردت باباً مستقلاً لهذا الموضوع المهم. كذلك سوف يتم التطرق إلى الإدارة السليمة لتلك النفائات، ومن أهمها إنشاء مراكز التدوير في الأحياء السكنية وغيرها. سيتم كذلك من خلال هذا الكتاب معرفة الوضع الراهن لإدارة النفائات المنزلية في المملكة العربية السعودية، واقتراح توصيات للنهوض ببرامج إدارة النفائات المنزلية. ونظراً لأن النفائات المنزلية هي من المواضيع التي

تهم كافة الناس، فإن هذا الكتاب موجه لعامة القراء، وكذلك فإنه موجه أيضاً للعاملين في مجال الاستثمار في إعادة تدوير النفايات بشكل عام، والمهتمين بمجالي البيئة والصحة العامة. إن المأمول من خلال اطلاع القارئ على محتويات هذا الكتاب أن يعي وبشكل تام الدور الذي يجب أن يقوم به تجاه التعامل الصحيح مع النفايات داخل المنزل.

في ختام هذه المقدمة أود تقديم الشكر والعرفان لمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية على دعمها السخي لمشروع معالجة وإعادة تدوير النفايات البلاستيكية، الذي تم التطرق له بالتفصيل في ثانياً هذا الكتاب.



1

النفايات المنزلية – تعريف وتصنيف



قبل أن نشرع في التعريف بالنفايات المنزلية وخطورتها، يجب أن نحدد تعريفاً يوضح معنى كلمة نفاية. في المعجم الوسيط النفاية بضم النون تعني ما أبعد من الشيء لرداءته. وبقية الشيء. ونفاية المطر: رشاشه. ويقال: هو من نفايات القوم من رذالهم. من هنا يتضح أن كلمة نفاية بمفهوم المعجم الوسيط لا تنطبق بشكل تام على ما يتم الاستغناء عنه من المواد بمختلف أشكالها كعلب المياه والمشروبات المعدنية أو البلاستيكية أو الزجاجية، وذلك لأنها لا تنسم بالرداءة. ومن خلال هذا الفصل سيتم تعريف النفايات المنزلية وتصنيفها وبيان خطورة بعض مكوناتها.

تعريف النفايات المنزلية

يسهل على القارئ أن يتعرف على النفايات المنزلية من خلال ما يتم الاستغناء عنه في المنزل بشكل يومي على هيئة نفايات، ويشمل ذلك بقايا الطعام ومخلفات الورق والمناديل والصحف والمجلات المستخدمة وعلب المشروبات المعدنية والزجاجية والبلاستيكية وغيرها. لكن هل ما ذكر آنفاً يشمل جميع النفايات، التي قد تكون نتيجة لمختلف الأنشطة الإنسانية في المنزل؟

الجواب هو ليس بالضرورة، لأن هناك أنواعاً أخرى لا تقل أهمية من ناحية مساهمتها في تلويث البيئة إذا لم يتم التخلص منها

بطرق سليمة: كالنفائات المنزلية الخطرة (Haz-mat)، وتشمل بقايا الأدوية منتهية الصلاحية والمستغنى عنها، وكذلك المبيدات والمنظفات وغيرها. من وجهتي النظر الاجتماعية والاقتصادية يحدد الباحثون والمهتمون مصطلحًا يحدد حجم النفائات المنزلية في مجتمع ما، وذلك ما يطلق عليه معدل التوليد، وهو مقدار ما ينتج من النفائات المنزلية بالكيلوجرام للفرد في السنة. يتأثر هذا المعدل بعوامل عدة، مثل حجم المنزل، ومستوى الدخل، وحجم حاويات النفائات في المنزل^١، فكلما زاد عدد أفراد العائلة قل معدل التوليد، بينما يزداد كلما زاد مستوى الدخل وكبر حجم حاوية النفائات^١. وهنا نسوق بعض الأمثلة على معدل توليد النفائات المنزلية في بعض البلدان. في الاتحاد الأوروبي الذي يضم سبعة وعشرين دولة يزيد متوسط معدل توليد النفائات المنزلية على ٤٤٦ كجم/فرد/سنة^٢ بإنتاج إجمالي في جميع دول الاتحاد يفوق ٢٠٠ مليون طن متري في السنة. في السويد التي تتميز بارتفاع الدخل القومي يزيد معدل توليد النفائات المنزلية على ٣٧٠ كجم/فرد/سنة^١. بحسب وكالة حماية البيئة الأمريكية (EPA) فإن معدل توليد النفائات البلدية في الولايات المتحدة الأمريكية يفوق ٧٠٠ كجم/فرد/سنة. في أكثر البلدان اكتظاظًا بالسكان مثل الهند يبلغ متوسط معدل توليد النفائات ١٤٦ كجم/فرد/سنة^٢، وهو معدل منخفض مقارنة بما هو الحال في أوروبا وأمريكا، ولعل ذلك يعود إلى كثرة الكثافة السكانية لكل منزل وتدني معدل الدخل. وأخيرًا لعل القارئ الكريم يسأل

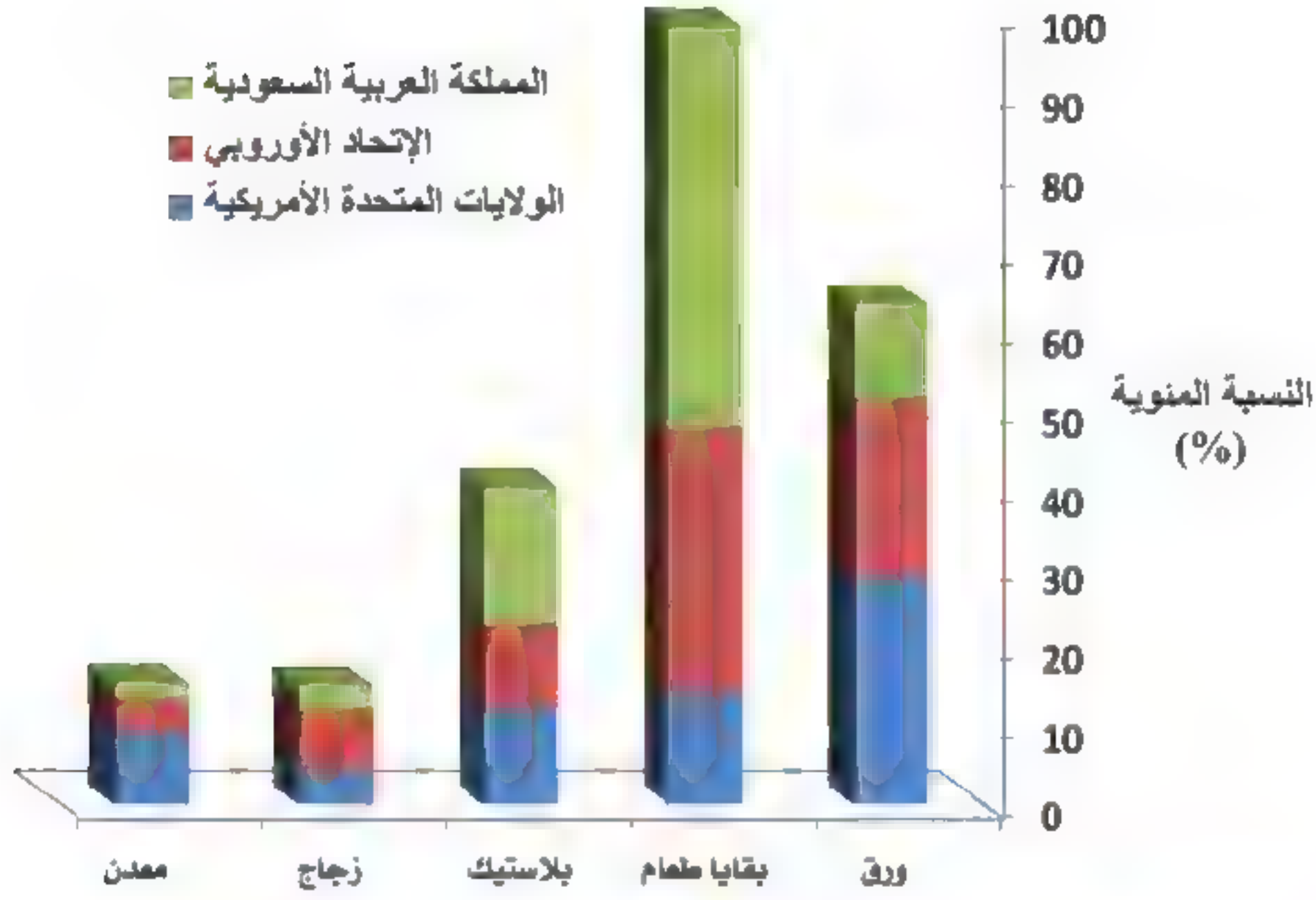
ما هو معدل توليد النفايات المنزلية في المملكة العربية السعودية؟
والجواب أنه على الرغم من عدم وجود إحصاءات دقيقة حول ذلك، إلا أن معدل التوليد يقدر بحوالي ٥٩٠ كجم/فرد/سنة.
يلاحظ هنا أن متوسط إنتاج الفرد للنفايات في المملكة يفوق مثيله في دول الاتحاد الأوروبي.

تصنيف النفايات المنزلية

يمكن تصنيف النفايات المنزلية إلى نفايات قصيرة الأجل وطويلة الأجل. النفايات المنزلية قصيرة الأجل هي التي يتم التخلص منها بشكل يومي: كبقايا الطعام ومخلفات الورق والبلاستيك والمياه العادمة وغيرها. أما النفايات المنزلية طويلة الأجل فهي تلك النفايات التي قد تتشكل على مدى عدة أسابيع أو بضع شهور أو ربما بشكل سنوي، ويشمل ذلك على سبيل المثال الأثاث المنزلي المستغنى عنه: كالسجاد والموكيت، والأجهزة المنزلية: كالثلاجات والمكيفات وأواني المطبخ، سواء المعدنية أو البلاستيكية والأجهزة الكهربائية المستخدمة في المطبخ ولعب الأطفال وغيرها. ومن النفايات المنزلية طويلة الأجل: الأجهزة الإلكترونية كالتلفاز والحاسب الآلي وملحقاته والألعاب الإلكترونية وغيرها. وأخيرًا وليس آخرًا، ومن أهم الأمثلة على النفايات المنزلية طويلة الأجل تأتي النفايات المنزلية الخطرة، وسوف نفرد لها جزءًا خاصًا لأهمية التوعية بها. وفيما يلي نتناول بالتفصيل أهم النفايات المنزلية سواء كانت قصيرة الأجل أو طويلة الأجل.

أ. نفايات منزلية قصيرة الأجل

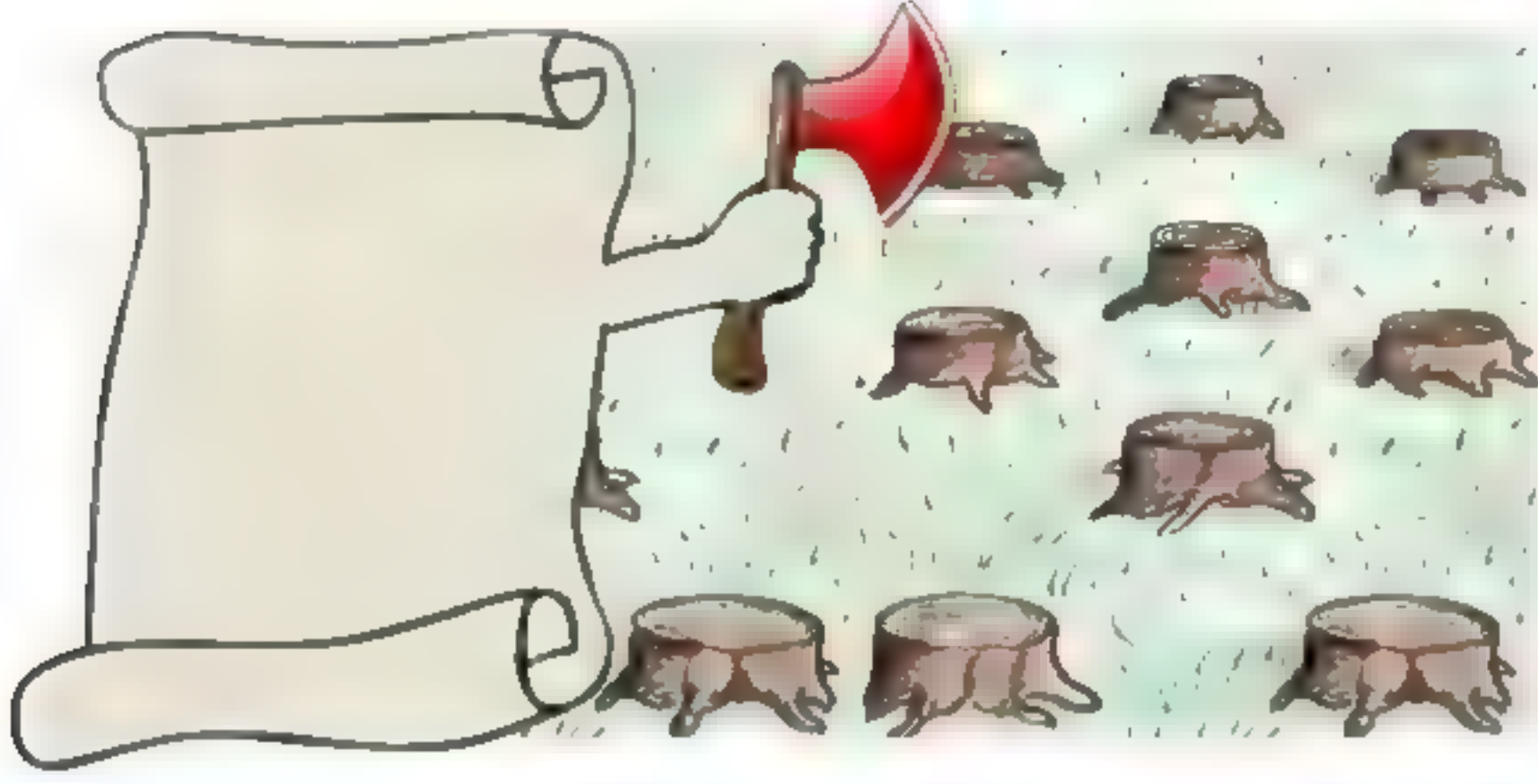
يبين الشكل ١-١ أهم النفايات المنزلية قصيرة الأجل في بعض البلدان.



• نفايات ورقية

يستخدم الناس الورق في المنازل بشكل واسع على هيئة منتجات متعددة: كورق الكتابة والطباعة وقرطاس المدارس والصحف والمجلات، وكذلك المحارم الورقية المعروفة بالمناديل. من المعلوم أن مصدر إنتاج الورق بمختلف أشكاله هو مادة السيليلوز المستخرجة من الأشجار، ومن هنا نعلم أنه كلما ازداد معدل استهلاك الورق

زاد في المقابل معدل اجتثاث الأشجار من على ظهر الأرض، وهذا بلا شك لا يتماشى مع إستراتيجية التنمية المستدامة. يبين الشكل ١-٢ الأضرار المترتبة على الاستهلاك الجائر للورق.



حقائق حول صناعة الورق

١. تعد صناعة الورق من أكبر الصناعات المستهلكة للمياه، حيث يتطلب إنتاج كيلو جرام من الورق استهلاك حوالي ٣٢٤ لترًا من الماء^١.
٢. صناعة الورق تعد ثالث مستهلك للوقود الأحفوري (النفط)^٢.
٣. تستهلك صناعة الورق حوالي ٢٥ ٪ من الإنتاج العالمي للأخشاب^٣.
٤. تُعدُّ صناعة الورق من أكبر المستهلكين لعنصر الكلورين المستخدم لتبييض الورق^٤.
٥. ينتج غاز الدايوكسين بوصفه منتجًا ثانويًا عند إجراء عملية التبييض وهو غاز مسرطن^٥.
٦. يشكل الورق حوالي ٤٠ ٪ من النفايات البلدية الصلبة^٦.

٧. يتطلب إنتاج كيس واحد من الورق ضعف الطاقة اللازمة لإنتاج مثيله من البلاستيك^٩.
٨. إعادة تدوير طن واحد من الورق يؤدي إلى حفظ وتوفير عشرين شجرة وسبعة آلاف جالون مياه وثلاثة أمتار مكعبة من الأرض المخصصة لدفن النفائات وحوالي ثلاثة براميل من البترول وثلاثين كيلو جرام من ملوثات الهواء^{٩-١٠}.
٩. في الولايات المتحدة الأمريكية، لوقام كل منزل باستخدام لفة مناديل ورقية معاد تدويرها بدل لفة جديدة لأمكن حفظ أكثر من خمس مئة ألف شجرة من القطع^٩.
١٠. صناعة الورق تضخ حوالي مئة ألف طن في السنة من الأمطار الحمضية التي تنتج ثاني أكسيد الكبريت في الهواء^{١١}.
١١. إنتاج الورق من مواد معاد تدويرها يمكن أن يقلل تلوث الهواء بنسبة ٧٤٪، وتلوث المياه بنسبة ٢٥٪^{١٢}.

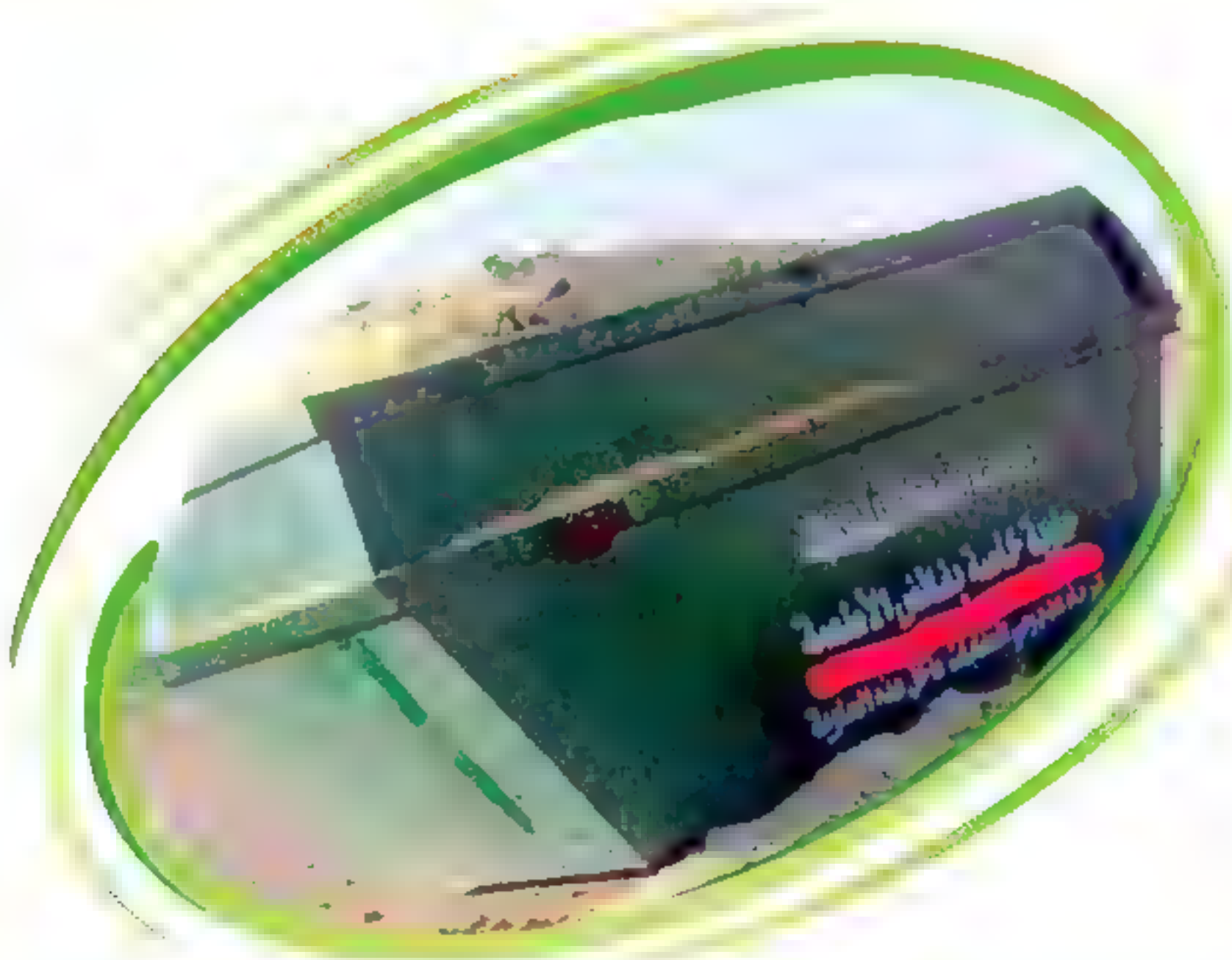
• نفائات الطعام

تشأ نفائات الطعام في المنازل بواسطة عدة طرق، منها ما يتعلق بالنمط الاستهلاكي للمواد الغذائية، ومنها ما ليس له ارتباط به. من المصادر التي ليس لها علاقة بالاستهلاك غير المنضبط للأغذية هو بقايا الطعام التي تتخلف نتيجة تناول الثلاث وجبات الرئيسية في اليوم كقشور وحبوب الفواكه والخضراوات وعظام اللحوم المختلفة وغيرها (الشكل ١-٣). لكن هناك ممارسات تؤدي إلى تكون نفائات طعام أو بمعنى آخر تؤدي إلى وضع طعام غير مستهلك في مرمى النفائات، ومن هذه الممارسات شراء

الأطعمة بكميات كبيرة دون النظر إلى القدر الكافي منها بحسب حجم الأسرة، وهذا يؤدي إلى فساد معظم هذه الأطعمة بسبب انتهاء الصلاحية أو التخزين غير الجيد مما يصيرها إلى نفايات. من الممارسات الخاطئة التي ترتبط بالنمط الاستهلاكي للغذاء هو إعداد الوجبات بكميات كبيرة، بحيث يتبقى معظم الطعام المعد ويكون مصيره حاوية النفايات (الشكل ١-٤). أين تكمن المشكلة هنا؟ وللإجابة نقول: إنه ناهيك عن أن هذا التصرف، أي الاستهلاك المفرط للطعام والبدخ فيه، مخالف لمبادئ الاستدامة المتماشية مع تعاليم الدين الحنيف، فإنه من شأنه أن يؤدي إلى مشكلات اقتصادية وبيئية كبيرة. فبالنظر للبلدان التي لا تأخذ بطرق فصل النفايات في المنزل كالمملكة العربية السعودية، بحيث تفصل المواد العضوية كالطعام من المواد الأخرى كالورق والزجاج والبلاستيك، في هذه الحالة تكون عملية إعادة التدوير مكلفة جدًا من الناحية الاقتصادية. أما من الناحية البيئية فإن دفن نفايات الطعام في مدافن النفايات البلدية يؤدي إلى تكون غاز الميثان، وهو أحد الغازات التي تساهم بشكل كبير في ظاهرة سخونة الكون (GW). على المستوى الدولي فإن حجم نفايات الطعام بلغ أرقامًا هائلة جدًا، فبحسب وكالة حماية البيئة الأمريكية فإن الولايات المتحدة الأمريكية أنتجت نفايات طعام تجاوزت أربعة وثلاثين مليون طن في عام ٢٠١٠ م. فللمرء أن يتخيل مدى التأثير البيئي لهذه الكميات الضخمة على هيئة انبعاث للغازات الخطرة، وتكاثر

الحشرات الضارة، وغيرها من الملوثات. لتوضيح أهمية ضبط النمط الاستهلاكي للطعام للحد من الزيادة المطردة في تكون نفايات الأطعمة، فإنه من الطرق المقترحة لإعادة تدوير نفايات الطعام هو تقديمها كغذاء للحيوانات، لكن ذلك يتطلب توفر معايير عدة، منها المحتوى المناسب من الرطوبة، وهذا من الصعوبة ضبطه، وأن لا يحتوي على أي لحوم، وإن وجدت اللحوم فإن ذلك يتطلب بعض المعالجات الخاصة كالتهقيم^{١١}.





١-١) النفايات البلاستيكية المنزلية

• نفايات بلاستيكية

يلجأ الكثير من الناس، وخاصة في المناسبات إلى استعمال الأنية البلاستيكية من أطباق وملاعق وأكواب وغيرها، بدلاً عن الأواني الأخرى المعدنية والخزفية وغيرها، وذلك للتخلص من عبء تنظيف تلك الأواني المستخدمة بعد الفراغ من الأكل. يبين الشكل ١-٥ بعض المواد البلاستيكية ذات الاستخدام مرة واحدة، التي تستعمل في المنازل بشكل واسع. يعد البلاستيك من أكثر النفايات المنزلية تكوناً بعد نفايات الطعام والورق، (انظر الشكل ١-١)، ويقدر الإنتاج الشهري من النفايات البلاستيكية المنزلية

لمجمع سكني حكومي في مدينة الرياض بحوالي اثنان طن^١. لكن البلاستيك على النقيض من نفايات الورق وبقايا الطعام غير قابل للتحلل بشكل تام، وربما تبقى بعض أنواع البلاستيك كما هي في أثناء دفنها، ولا يحدث لها أي تحلل ولو بشكل جزئي.



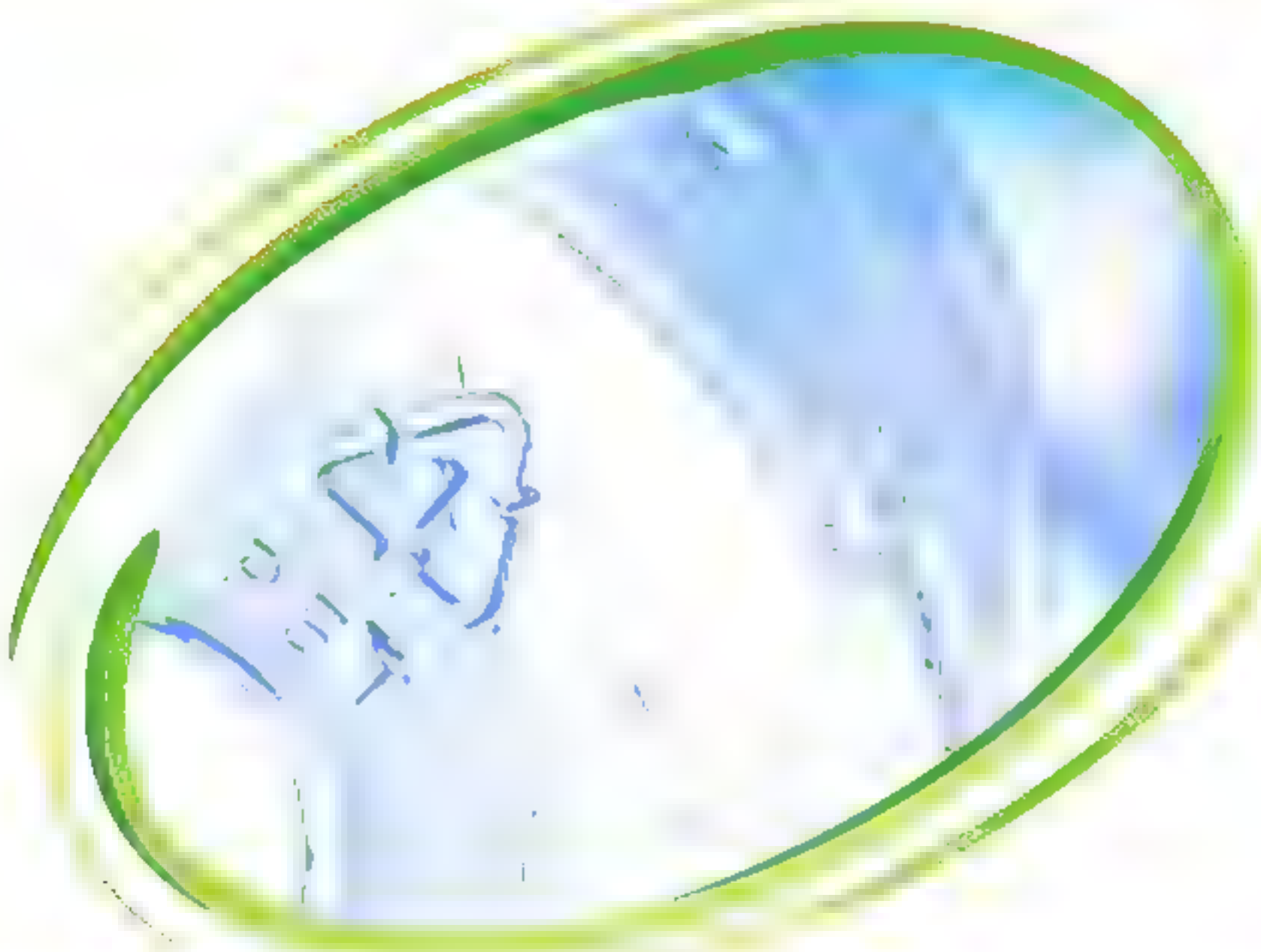
١- رافعة (رافعة) مصنع الكاد البلاستيك ذات الاستخدام قصير الأجل، حيث يمكن استخدامها في إنتاج كالكس، والأكواب، وشاورات، وحاويات التخزين.

إن المواد البلاستيكية تتصف بقلّة كثافتها النوعية، لذا فإن أوزان قليلة جداً من تلك المواد يكفي لصنع أحجام كبيرة نسبياً، فمثلاً يمكن صنع عبوة مياه بلاستيكية بحجم ٥ لتر، وذلك باستخدام حوالي ١٠٠ غرام فقط من مادة عديد الايثلين الترفثالاتي، (PET)، وهذا له أثر سلبي على المساحات المخصصة لردم النفايات. كذلك تتصف المواد البلاستيكية بصعوبة تحللها مقارنة بالمواد التقليدية كالحديد، وهذا يتطلب زيادة في أعداد مدافن النفايات. بالإضافة إلى ما سبق ذكره، قد يسهم تحلل بعض المواد التي تضاف لتحسين خصائص المواد البلاستيكية عند ردمها إلى إلحاق الضرر بالنظام البيئي. وتجدر الإشارة

هنا إلى أهمية توعية أفراد المجتمع بالطريقة السليمة للتعامل مع المواد البلاستيكية داخل المنزل، حيث يلاحظ بعض التصرفات الخاطئة مثل الاستخدام المتكرر للعبوات البلاستيكية الفارغة، وملئها بأطعمة سائلة أو صلبة خاصة عند درجات حرارة مرتفعة، وهذا قد يؤدي إلى انتقال لمكونات المادة البلاستيكية أو الإضافات الموجودة بها للنتيجة للتأثير المباشر بينهما، مما قد يتسبب بأضرار بالغة على صحة الإنسان الذي هو عماد التنمية الاقتصادية. قبل المضي للحديث عن نفايات المعادن والزجاج، نود أن نذكر بأهمية الوعي التام بأنواع المواد البلاستيكية المتداولة في الوقت الراهن، وخاصة تلك التي تستخدم لتعبئة الأغذية الصلبة والسائلة، حيث يسهل على المرء أن ينظر أسفل العبوة أو الحاوية ليتعرف على نوع المادة البلاستيكية من خلال الأرقام الموجودة داخل علامة التدوير، وهو المثلث ذو الثلاثة أسهم المتعاقبة (الشكل ١-٦). وهنا ننبه إلى بعض المفاهيم الخاطئة عن دلالة تلك الرموز، فالبعض يقول: إن الرقم داخل المثلث يعني عدد مرات التدوير المسموح بها، وهناك اعتقاد آخر بأن الرقم يدل على الخطورة، فبينما الرقم ١ آمن، فإن غيره كالرقم ٥ غير آمن وهكذا، وكل ذلك فهم خاطئ، والصحيح أن تلك الرموز تدل على نوع المادة، ولا شأن لها بخطورة المادة أو مدى القابلية للتدوير، فذلك يعتمد على نوع التطبيق المراد، وهو في الغالب مدى ملائمة المادة الغذائية لمادة الحاوية البلاستيكية. يبين الجدول ١-١ مدلولات تلك الرموز.

الجدول ١-١ رموز إعادة التدوير للمواد البلاستيكية

النفايات المنزلية	رموز إعادة التدوير	الرموز	المواد
قوارير وعبوات المياه الشفافة، عبوات المشروبات الغازية، حاويات العصير والألبان، علب حفظ الأغذية الصلبة، مثل العسل وغيره بعض علب المنظفات المنزلية والشمبوهات وغيرها		PET, PETE	Polyethylene terephthalate عديد الايثان تيريفثاليت
حاويات المياه القاتمة وشبه الشفافة، حاويات الألبان والعصائر القاتمة وشبه الشفافة، أغطية علب المياه والعصير والألبان وغيرها		HDPE	High Density Polyethylene عديد الايثان كثافة عالية
أكياس التسوق، رقائق تغليف المواد الغذائية كالخبز، أكياس حفظ الأطعمة في الفريزر وغيرها		LDPE	Low Density Polyethylene عديد الايثان كثافة منخفضة
علب حفظ المواد الغذائية، بعض علب المشروبات، أغطية علب الأغذية الصلبة: كزبدة الفول السوداني وغيرها		PP	Polypropylene عديد البروبيلين
علب منتجات الألبان: كالزبادي وغيره، صحون وأكواب وملاعق وسكاكين		PS	Polystyrene عديد ستايرين
بعض علب المأكولات: كمعجون الطماطم (الكاتشب)، عبوات مياه البرادات المصنوعة من مادة عديد الكربونات (PC) وغيرها.		-	Others مواد أخرى التي تكون علامة



المنتجات البلاستيكية والمنتجات المعدنية

• نفايات زجاجية ومعدنية

بعد انتشار الصناعات البلاستيكية وتنوع منتجاتها، اكتسحت تلك المنتجات معظم التطبيقات التي كانت تستخدم المعادن والزجاج كمواد للتعبئة والتغليف، ومن أهمها الأغذية من طعام وشراب. بالرغم من ذلك يوجد بعض المنتجات الغذائية لا تزال تعبأ في قوارير وعلب زجاجية ومعدنية لاعتبارات صحية: كحفظ الطعام من التعفن والتأكسد، وذلك لسهولة مرور الغازات الحافظة داخل الغذاء من خلال جدار المادة البلاستيكية. معظم المعلبات الغذائية لا تزال تعبأ في علب معدنية وبعض المشروبات الغازية

تعباً في قوارير زجاجية. يكثر استهلاك تلك المنتجات الغذائية في المنازل، مما يؤدي إلى تكون نفايات من تلك القوارير والعلب. تقدر وكالة حماية البيئة الأمريكية كمية العلب المعدنية والزجاجية التي يستغنى عنها بشكل سنوي في الولايات المتحدة الأمريكية بأكثر من اثنين ونصف مليون طن.

• نفائات منزلية أخرى

يمكن أن ينتج من المنزل نفايات أخرى بشكل يومي أو قصير الأجل خلاف ما ذكر آنفاً. فالمياه العادمة (WW) الناشئة من خلال الممارسات اليومية في المنزل كالغسيل ونحوه تعد نفايات لا بد أن تعالج معالجة مناسبة بحسب مصدرها، وإلا أصبحت مصدراً يهدد البيئة والصحة العامة. ولسنا بصدد الحديث عن معالجة المياه العادمة أو مياه الصرف الصحي في المنازل، لأن ذلك يتطلب كتاباً منفرداً. هنا ينبغي التأكيد على أهمية الفحص المستمر لشبكة الصرف الصحي في المنزل، وضمان عدم تسرب للمياه غير المعالجة أو رشحها إلى شبكة المياه الصحية المغذية للمنزل، وكذلك خزانات المياه في المنزل. من النفايات المنزلية الأخرى التي ربما تتكون بشكل يومي هي مخلفات الحدائق من أوراق الشجر وغيرها. تعد مخلفات الحدائق مصدراً طبيعياً للسماد العضوي (Compost)، حيث يمكن استغلال بقايا الطعام وخلطها مع مخلفات الحدائق من أوراق وأعشاب وغيرها لتسميد تربة الحديقة في المنزل^{١٥}.

ب. نفايات منزلية طويلة الأجل

يوجد نفايات منزلية تتشكل على مدى أوقات طويلة، ولذلك يمكن تصنيفها كنفايات طويلة الأجل، ومنها الأثاث المنزلي المستهلك، الذي يمكن أن يحتوي على مواد مفيدة لو أحسن استغلالها: كالخشب والمعادن والأسفنج، كما في الأرائك والكراسي وغيرها من الأثاث المستخدم في غرف الجلوس. يمكن أيضاً أن يحتوي الأثاث المنزلي المستهلك على مواد نسيجية مصنوعة من البوليمرات الصناعية، وهي مواد مشتقة من البترول والغاز، كما في الفرش والموكيت وسترات النوافذ وغيرها. من النفايات المنزلية طويلة الأجل؛ الأجهزة الكهربائية والإلكترونية: كأجهزة الحاسب الآلي وملحقاته من الطابعات وغيرها، وكذلك الرائي (التلفاز) والثلاجات والغسالات وغيرها، وهذا النوع من النفايات يحتوي على مواد ضارة بالبيئة كالمعادن الثقيلة السامة، وكذلك مواد ثمينة يمكن استغلالها اقتصادياً كالمعادن النفيسة والبلاستيك الهندسي.

يستخدم في صناعة الأجهزة الكهربائية: كالثلاجات والأجهزة الإلكترونية: كالحاسبات الآلية ومستلزماتها، وكذلك في صناعة السيارات العديد من المواد البلاستيكية ذات المواصفات عالية الجودة. ومن أمثلة هذه المواد البلاستيكية: عديد الكربونات (PC) وخلأطه مع بلاستيك اكريلونتريل بيوتادائين ستايرين (ABS) لصناعة هياكل الحاسب الآلي والطابعات والهاتف الخليوي، عديد الستايرين المقاوم للصدمات (HIPS)، ويصنع منه أجزاء الثلاجة

الداخلية. في الولايات المتحدة الأمريكية بلغ عدد أجهزة الحاسب الآلي منتهية الصلاحية في عام ٢٠٠٤ م حوالي ٣١٥ مليون جهاز، وذلك حسب بيانات وكالة حماية البيئة الأمريكية. وهذه الكميات الهائلة من الأجهزة الإلكترونية التي يتم الاستغناء عنها تعد مشكلة حقيقية، من حيث التعامل السليم معها كنفايات. فعند التخلص من هذه المواد عن طريق الدفن، فإن في ذلك تهديدًا حقيقيًا للبيئة، نظرًا لأن الأجهزة الإلكترونية تحتوي على تشكيلة كبيرة من المواد المختلفة، وبعض تلك المواد يشكل تهديدًا للبيئة كالمعادن الثقيلة، حيث تحتوي شاشات الحاسب الآلي مثلًا على حوالي ٢٧٪ من معدن الرصاص، وذلك فيما يعرف بأنبوبة الأشعة الكاثودية (CRT). ومن وجهة نظر اقتصادية فإنه يوجد بعض المعادن الثمينة: كالذهب والباليدوم والتي تدخل في تصنيع الدوائر الكهربائية والمعالج، لذا يعد عدم استرجاع هذه المعادن نوعًا من الهدر غير المبرر. أيضًا تعد المواد البلاستيكية من الأنواع PC و ABS من المواد المجدي استرجاعها والاستفادة منها، إلا أن وجود بعض الإضافات في تلك المواد: كمضادات الاحتراق قد يحد من إمكانية إعادة تدويرها. وفي المملكة العربية السعودية لا توجد إحصاءات عن كمية الأجهزة الإلكترونية والكهربائية التي يتم الاستغناء عنها من قبل المستخدمين، سواء كانوا أفرادًا أو جهات حكومية ونحو ذلك، وطريقة التخلص منها، إلا أن المملكة في السنوات القليلة الماضية شهدت ولا تزال تشهد تطورًا ملحوظًا في مجال استخدام التقنية الإلكترونية: كأجهزة الحاسب الشخصي والهواتف الخلوية، لذا

يتوقع أن يكون هناك كميات كبيرة يتم الاستغناء عنها من تلك الأجهزة سنوياً، والتي في ظل عدم وجود إدارة تنظم كيفية التخلص من تلك النفايات سينتهي بها المطاف في مدافن النفايات العامة. لهذا ينبغي التفكير الجاد لوضع إستراتيجية للاستفادة من هذه الثروة وتجنب البيئة الأخطار المتوقعة من جراء التعامل مع تلك المواد كنفايات بلدية تقليدية. ومن النماذج المحبذة اقتصادياً التي يمكن أن تستغل في المملكة هي الأقراص المدمجة المستغنى عنها مثل أقراص الحاسب الآلي وأقراص الفيديو CD و DVD، حيث أصبحت تلك الأقراص تحل مكانشرطة الكاسيت والفيديو، وصار الناس يتداولونها بشكل واسع، وعند الانتهاء من تلك الأقراص، وخاصة التي تتسم بقصر عمرها الزمني: كالأقراص التي توزع بكميات كبيرة مثل الأقراص التعريفية وأقراص ألعاب الحاسب الآلي وغيرها، يكون مصيرها إلى حاوية النفايات. وهذه الأقراص مصنوعة من مادة PC وهي كباقي المواد الأخرى الداخلة في تصنيع الأجهزة الإلكترونية وملحقاتها كمادة ABS، تعد مواد بلاستيكية ذات قيمة اقتصادية جيدة، وهي لا تصنع داخل المملكة في الوقت الراهن، لذا فإن استغلال مثل تلك المواد من خلال تهيئتها وإعادة تصديرها يعد مطلباً اقتصادياً، وفي الوقت نفسه يحفظ البيئة من التلوث. إن كميات الأقراص التي يتم ضبطها وإتلافها بشكل سنوي من قبل الجهات المختصة في المملكة تعد ضخمة جداً، وتقدر بأكثر من ٢٧ مليون قرص^{١٦}.

نفايات منزلية خطيرة

لا يخلو أي منزل من مواد التنظيف والتعقيم: كمساحيق وسوائل الغسيل وملطفات الجو الغازية (المرذذات) وغيرها، وكذلك مستلزمات العناية الشخصية والأدوية والمبيدات الحشرية. إن القاسم المشترك بين جميع ما ذكر من مواد أنها مواد كيميائية مصنعة، وبعضها يبلغ درجة عالية في السمية. لهذا يلزم على المرء أن يتعامل مع هذه المواد بعناية وحذر في أثناء سريان مدة الصلاحية، وكذلك عندما تنتهي صلاحية تلك المواد، وتصبح نفايات يجب التخلص منها. عندما ترمى هذه المواد وتختلط مع النفايات المنزلية، ثم تؤخذ إلى مدفن النفايات، فإن ذلك يشكل خطورة بالغة على صحة الأفراد العاملين في مجال نقل النفايات البلدية وإدارتها، وكذلك عندما تدفن تلك المواد مع النفايات الأخرى، فإن البيئة وخاصة التربة والمياه تكون في خطر بالغ من جراء التلوث بتلك المواد السامة. يوضح الشكل ١-٧ أهم المنتجات التي تحتوي على مواد خطيرة والتي يتم استعمالها باطراد في أرجاء مختلفة من المنزل. إن الأدوية وغيرها من المنتجات كالدهانات التي تحوي مواد كيميائية خطيرة كالدهانات، بل إن المجلات والصحف ربما تحتوي على متبقيات مذيبيات خطيرة كالتلوين وهو مركب كيميائي يحتوي على مادة البنزين شديدة السمية. لأهمية هذا الموضوع سوف يتم تناوله في الباب التالي بشكل مستقل.



غرفة الجلوس والنوم

- ملطفات (مرذذات) الجو
الغازية
- منظفات السجاد والموكيت
والقماش
- مستحضرات التجميل
- أدوية

المستودع (الكراج) والفضاء

- زيوت سيارات ومذيبات
- سوائل تبريد السيارة
- الدهانات ومزيلاتها
- أسمدة ومبيدات
- بطاريات
- مواد لصق (غراء)

المطبخ

- منظفات الأفران
- مساحيق وسوائل الغسيل
- مطهرات للأرضيات «كالديتول»
- أدوية
- مبيدات حشرية صلبة وغازية
- مزيلات الروائح

غرفات الحمام

- منظفات ومطهرات (صابون،
ديتول، كلوركس، غيرها)
- مزيلات الروائح الصلبة والغازية
- أدوية
- مبيدات حشرية

مستودع (الكراج) والفضاء

المطبخ

غرفات الحمام

غرفة الجلوس والنوم

2

النفايات المنزلية الخطرة وأضرارها



يوجد العديد من المنتجات التجارية على هيئة مساحيق أو سوائل أو غازات، التي يكثر استخدامها في المنازل لأغراض متنوعة كالتنظيف والتطهير وغيرها. إن هذه المنتجات كالمطهرات والمبيدات الحشرية وغيرها هي مواد كيميائية مصنعة، لها طبيعة سمية تتفاوت بحسب المواد الداخلة في تصنيعها، ولهذا يتوجب الحذر التام عند التعامل مع تلك المنتجات في المنزل، وكذلك فإن تخزينها ينبغي أن يتم بعناية فائقة لتجنب الأضرار التي ربما تحدث من جراء التعرض لها، وخاصة من عبث الأطفال. ومن جانب لا يقل أهمية عن الطريقة السليمة للاستخدام والتخزين، فإن التخلص من هذه المنتجات: إما لانتهاء مدة الصلاحية أو بالاستغناء عنها، فإن الإدارة السليمة للنفايات الخطرة تتوجب أن توضع هذه النفايات في حاويات خاصة، وأن لا يتم وضعها مع النفايات المنزلية التقليدية، لأن هذه النفايات مثل علب المبيدات والأدوية المنتهية الصلاحية وغيرها، تحتوي على مواد كيميائية قد تشكل خطورة على البيئة في حال معالجتها أو دفنها مع النفايات البلدية. ومن الممارسات الخاطئة عند استخدام بعض تلك المنتجات في المنازل رش أو رذ المبيد الحشري في أماكن الجلوس وربما في المطبخ، بكل ما يحتويه من مواد غذائية، وذلك من أجل مكافحة بعض الحشرات: كالبعوض والنمل (شكل ٢-١). وهذه بلا ريب ممارسة غير سليمة

من الناحية الصحية، وذلك لأن المواد السامة قد تنفذ إلى الجسم من خلال التنفس أو عبر الجلد، وربما يتلوث الغذاء الذي يكون قريباً من مكان الرش، والصحيح أن يتم رش المكان وهو خال من الناس، وأن يقوم من يمارس الرش بارتداء كمادة واقية لحماية جهازه التنفسي.



في هذا الفصل يتم التطرق إلى أهم المنتجات الكيميائية التي تستخدم لأغراض متعددة داخل المنزل وتصنيفها وخطورة مكوناتها وكيفية التعامل السليم معها وطرق التخلص منها عندما تؤول إلى نفايات.

تعريف النفايات المنزلية الخطرة

يمكن تعريف النفايات المنزلية الخطرة بأنها تلك المواد التي عندما يتم الاستغناء عنها على هيئة نفايات، ولم يتم معالجتها والتخلص منها بالطرق السليمة المتبعة في إدارة النفايات الخطرة،

فإنها تشكل خطورة كبيرة على الصحة والبيئة، نظرًا للطبيعة الكيميائية لتلك النفايات. وتشمل تلك المواد أنواعًا متعددة بينها الجدول ١-٢.

وينبغي التنويه هنا إلى ضرورة وعي المستهلك حول خطورة مكونات تلك المنتجات، وأن يتم الاستعانة ببطاقة السلامة للمنتج (MSDs)، التي يمكن الحصول عليها من الشركة المصنعة أو عبر الشبكة العالمية لمعرفة الإسعافات الأولية والتحذيرات المتعلقة بمكونات تلك المنتجات الكيميائية. ويبين الملحق (أ) مثالاً لبطاقة السلامة لمنتج يكثر تداوله في المنازل، وهو منظف الديتول.

الجدول ١-٢ منتجات كيميائية متعددة تستخدم داخل المنزل.

المنتجات	المكونات
المنظفات والمطهرات كالديتول، والكلوركس،	أغوال (كحولات) - كلورين - هيدروكسيد الصوديوم - كلوركسيلينول
المبيدات الحشرية سواء المسحوق منها والسائل والعلب الغازية	هيدروكربونات متسلسلة (٤ إلى ١٢ ذرات كربون) - مركبات المثرين - الكانات حلقة ومنتشعة - ببيرونيل بوتوكسيد
سائل أو حبيبات أو مسحوق لفتح مجاري المياه المسدودة (أسيد، فلاش)	أحماض مركزة كحمض الكبريت
ملمعات وشامبوهات السجاد والفرش	أغوال (كحولات) - هيدروكربونات متسلسلة (٧ إلى ٨ ذرات كربون) - نفتالين - إيثيل البنزين - ليمونين

مزيل البقع في الملابس والفرش	فوق أكسيد الهيدروجين - اسيتون - أحماض - هيدروكسيد الصوديوم - هيدروكسيد البوتاسيوم - جلسرين
منظفات دورات المياه ومزيلات الروائح	أغوال (كحولات) - نقتالين - مركبات التربين مثل الليمونين والباينين والميرسين
معطرات الهواء	مركبات التربين - ستايرين - كلوروميثان - بروبيلين - مركبات بنزينية
الأدوية منتهية الصلاحية	مواد كيميائية متنوعة ومتباينة الخطورة
أدوات العناية الشخصية كمثبت وأصبغ الشعر ومزيل أصباغ الأظافر	اسيتون - ثلاثي كلور الإيثان
سائل تبريد للسيارات	جليكول الإيثيلين
البطاريات بمختلف أشكالها	رصاص - حمض - زنك - ليثيوم - كادميوم - زئبق
أغراض العناية بالسيارات كالشمع وسائل الكابج (الفرامل) وزيوت التشحيم وغيرها	أحماض - أغوال (كحولات) - جليكول/ايثر - سيليكون
الدهانات ومزيلاتها	مذيبات عضوية (أغوال وكيثونات وغيرها) - اسيتون - بنزين
أغراض الحديقة المنزلية كالأسمدة والمبيدات	أمونيا (نشادر) - مركبات المثرين
غراء	كلوروفورم - إيثيل البنزين - زایلين
مصابيح إضاءة (حرارية وفلوريسنس)	تنقستون - كاولين - زئبق - فسفور - انتموني - منجنيز
أجهزة إلكترونية - حاسب آلي وملحقاته وتلفزيونات	فينول - تولوين - فورمالدهيد - ستايرين

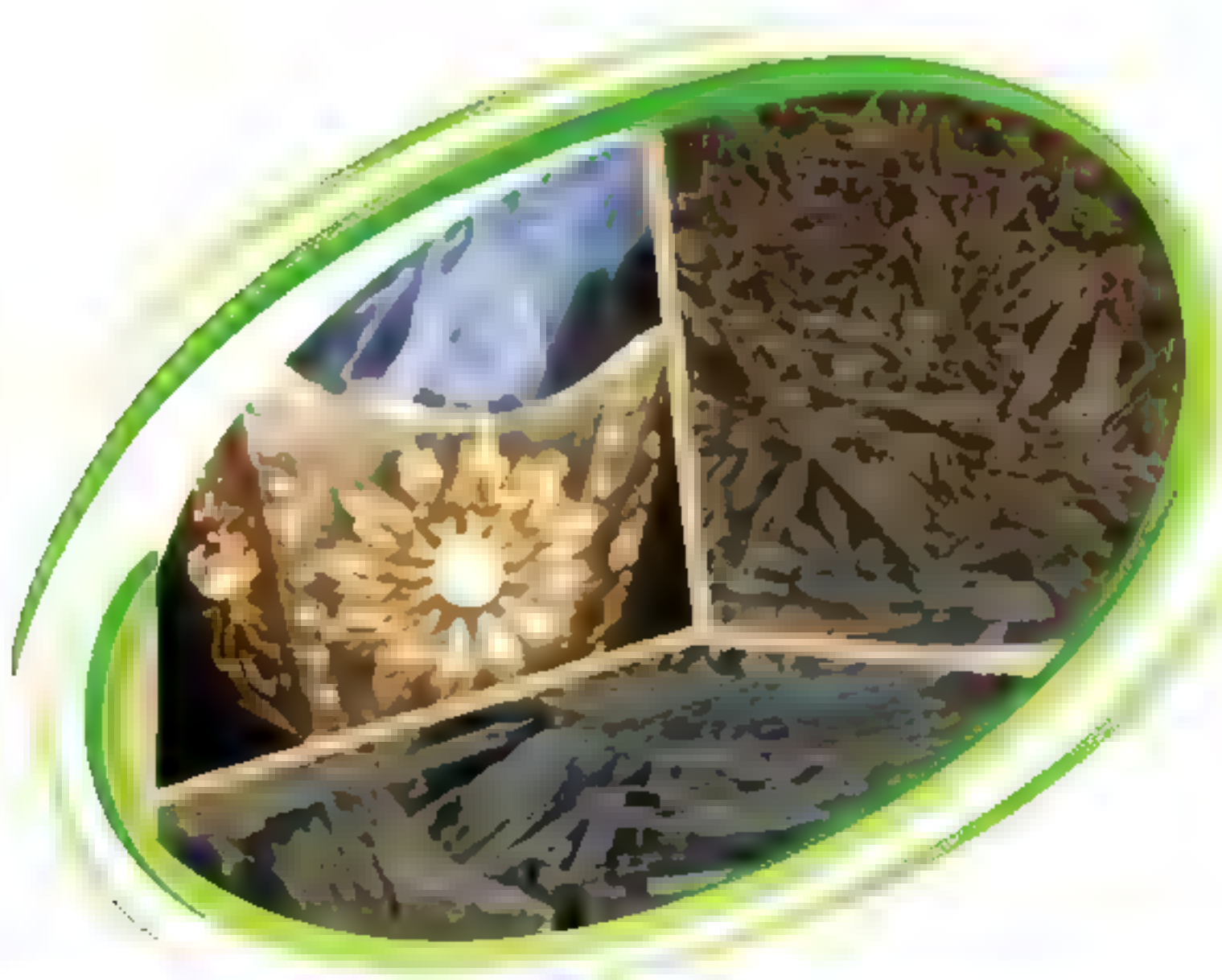
ما ورد في الجدول ٢-١ يمثل المنتجات التي تستخدم غالباً للعناية بالمنزل وللأغراض الشخصية، لكن يوجد بعض المنتجات التي لا تدخل ضمن منتجات العناية بالمنزل أو النظافة الشخصية والعناية الصحية وغيرها، ويتم تداولها داخل المنزل بشكل واسع، وهي تحتوي على مواد خطيرة مثل الصحف والمجلات والعطور، بل إن عملية الطبخ داخل المنزل قد ينشأ عنها بعض الانبعاث للمواد الضارة، أو ما يعرف علمياً بالمركبات العضوية الطيارة (VOC) التي سوف يشار إليها تباعاً بالمواد الطيارة. كثير من المواد الكيميائية مثل الأصباغ والمذيبات وغيرها تدخل في صناعة الورق بشكل عام كالصحف والمجلات. ومن تلك المذيبات المستخدمة في صناعة ورق الصحف التلوين والزايين وغيرها من الكيماويات الأخرى: كمركبات التربين مثل الليمونين. كذلك فإن الكتب المطبوعة مثل الكتب الدراسية تحتوي على نسب عالية من المذيبات والإضافات المختلفة، وهذا يفسره الرائحة القوية التي تطلقها الكتب المطبوعة حديثاً. وقد أجريت دراسة على الكتب الدراسية للأطفال وبعض المجلات، وتبين أنها تحتوي على نسب انبعاث عالية من الهيدروكربونات العطرية: كمركبات البنزين والتولوين وكذلك الفورمالدهيد والالدهيد^{١٧}.

وتقدر كمية انبعاث المواد الطيارة بشكل إجمالي من منتج ما بمعدل الانبعاث النوعي (SER) ووحدته ميكروجرام لكل وحدة

مساحة مقسومًا على الزمن. فعلى سبيل المثال فإن SER لمزيلات الروائح في دورات المياه هو من $10 \times 1,3$ إلى $10 \times 3,7$ ميكروجرام/م²/ساعة، بينما في المنظفات (مساحيق الغسيل) يبلغ حوالي $10 \times 2,4$ ميكروجرام/م²/ساعة^{١٨}. وقد تتحد هذه المواد المنبعثة مع غاز الأوزون، لتكون سلاسل أخرى من المواد الطيارة الضارة. وتعد منتجات التجميل والعناية بالبشرة والجسم ومن أهم المصادر لانبعاث المواد الطيارة. ويتم التعرض لانبعاث المواد الطيارة عند زيارة دور التجميل، التي تحتوي على كم هائل من المنتجات التجميلية بمختلف أنواعها. فعلى سبيل المثال يمكن أن تطلق كمية كبيرة من المواد الضارة كالايثانول والتولوين عند إجراء عملية البخ أو الرش لمثبتات الشعر (شكل ٢-٢).



أيضاً انتشر لدينا في أسواق المملكة المتعددة بعض المنتجات التجميلية رديئة الجودة، التي أثبتت التحاليل الكيميائية من قبل هيئة الدواء والغذاء احتواءها على مواد ضارة بالصحة، بل ربما تكون سامة، ومن الأمثلة على ذلك منتج الكحل الذي قد يحوي في تكوينه على نسب عالية من المعادن السامة كالزئبق والرصاص والكاديوم وغيرها من المواد الأخرى الضارة. أمر آخر ربما يتهاون البعض فيه وهو الاستخدام المفرط للمنتجات العطرية الصلبة: كالعود والبخور وخلافه، التي يتم حرقها بواسطة الجمر لتطلق الروائح العطرية (شكل ٢-٣). هذه المنتجات التي هي عبارة عن خلطات لا يعلم المرء ما تحتوي عليه ربما ينبعث منها عند الحرق مواد غاية في السمية مثل البنزين والتولوين ومركبات كلورية مثل كلور الميثيلين. إلى جانب العطور الشرقية الصلبة والسائلة كالعود والبخور ومشتقاتهما فإن العطور الغازية (البرفيوم) لا تقل خطورة عنها.



شكل ٢-٣: منتجات عطرية صلبة (عود) تحتوي على مواد سامة.

فقد تكون هذه العطور مصدرًا للمواد الطيارة المضرة بالصحة عند انتشارها في الهواء داخل المنزل أو في التجمعات في أماكن غير المنازل مسببة الكثير من المتاعب مثل الحساسية والربو. وقد أثبتت بعض الدراسات أن المواد الطيارة من العطور الغازية، ربما تتراكم في الجسم وخاصة في الأنسجة الدهنية، وفي حليب الأم مما يشكل خطورة بالغة على إمكانية الرضاعة الطبيعية^{١٩}. كذلك فإن استنشاق بعض مكونات العطور من المواد الطيارة كالليمونين والكارفون وهو من الكيتونات قد يؤثر على ضغط الدم وعلى أداء المركز العصبي في الدماغ^{٢٠}. إن الخطورة فيما يخص العطور الغازية تكمن في سرية المكونات أو ما يعرف «بالخلطة السرية» لأن الشركات المصنعة لا تفصح عن دقائق مكونات العطور التي تنتجها حفاظًا على المنافسة مع الشركات الأخرى. أيضًا فإن توفر العديد من العطور الرديئة بأثمان بخسة قد يسهم وبشكل كبير بضرر بالغ بصحة الناس نظرًا لما قد تحتويه من مواد طيارة خطيرة. وهنا يجب التأكيد على حق المرء في معرفة مكونات أي منتج يقوم بشرائه، وأن يكون ذلك واضحًا ومفصلاً على النشرة الملصقة بالمنتج. من المنتجات التي يكثر استخدامها في المنازل الصوف سواء الطبيعي المعالج بمواد كيميائية أو الصناعي، وذلك كفرش للأرضيات أو ملابس، وكذلك المواد البلاستيكية بمختلف أنواعها كعديد اليورثين الذي يستخدم كعازل وكمادة إسفنجية. إن هذه المنتجات المصنعة أو المعالجة كيميائيًا قد تكون أيضًا مصدرًا لانبعاث المواد الطيارة

الضارة كمركبات الكبريت والكيثونات والألديهدات والتولوين والأغوال والتولوين-سيانايث (TDI). وتعد المنتجات الجلدية برائحتها النفاذة مصدرًا لانبعاث المواد الطيارة كمركبات ثنائي كلور البنزين. أما حاويات النفايات داخل المنزل وخاصة في المطبخ، فإنها لا تعد فقط مصدرًا للروائح الكريهة، بل قد ينبعث منها طيف واسع من المواد الطيارة الخطرة كالتربين والأغوال والأحماض. وأخيرًا فإن استخدام المواقد أو الأفران التي تعمل بالغاز يعد من مصادر انبعاث المواد الطيارة الخطرة داخل المنزل، ومن أهمها البنزين والأيثلين والأسيتلين والبروبين.

يوجد على كل منتج كيميائي يستخدم لأغراض المنزل المختلفة علامات تصنيفية وعبارات تحذيرية، ينبغي على من يقيتها قراءتها بعناية فائقة. ويبين الشكل ٢-٤ بعضًا من تلك الرموز والعبارات ومدلولاتها. وبالرغم من ذلك نجد أن بعض الشركات أو المصانع المنتجة لتلك المواد وخاصة الكيماويات المنزلية المصنعة محليًا تتهاون في وضع العلامات التحذيرية وربما التهاون في وضع العبارات التحذيرية على منتجات تتسم بالخطورة الشديدة مثل الأحماض والكيماويات الحارقة، التي تستخدم في فك انسداد مجاري المياه في المنزل أو ما يعرف عند العامة «بالفلاش» وكذلك المبيدات الحشرية (شكل ٢-٥). ينتج عن التعرض للكيماويات المنزلية سواء عن طريق البلع أو الشرب أو النفاذ عن طريق الجلد

أو التعرض للأبخرة السامة بعض الأعراض كالصداع والغثيان والدوار والتعرق وصعوبة التنفس وتحسس الأنف والحلق والعين وغيرها، وهنا يجب طلب المساعدة الطبية بشكل سريع. وفي الدول المتقدمة يوجد ما يسمى بمركز التحكم في التسمم بحيث يمكن للمرء الحصول على الاستشارة والمساعدة في كل ما يتعلق بالتعرض للسموم. وهناك بعض الإجراءات الأولية التي يجب عملها عند التعرض للكيمياويات المنزلية بمختلف أنواعها. فمثلاً عند انسكاب مادة يعتقد أنها تشكل خطورة على الصحة فيمكن عمل التالي:

١. ارتداء قفازات قبل مباشرة التنظيف مع التأكد من عدم وجود أشخاص قريبين من مكان السكب وخاصة الأطفال.
٢. تهوية المكان وإبعاد أي مصدر حراري أو لهب.
٣. قراءة تعليمات السلامة المطبوعة على العبوة إن وجدت.
٤. تغطية المادة المنسكبة بقطعة قماش أو رمل أو تراب.
٥. كنس المادة ووضعها في كيس بلاستيك قوي، ومن ثم يربط بشكل محكم.
٦. تغسل الأرضية بماء.
٧. يوضع الكيس في الحاوية المخصصة لمعالجة النفائات الخطرة.



والأرقام وضعها المؤلف للشرح والتبيين

شرح الرموز:

١. يشكل خطورة على البيئة.
٢. سام.
٣. غاز مضغوط.
٤. مسبب للتآكل.
٥. قابل للانفجار.
٦. قابل للاشتعال.
٧. تحذيري - يستخدم للأخطار المنخفضة كالتحسس الجلدي.
٨. مادة مؤكسدة.
٩. مادة ضارة على المدى البعيد قد تسبب أمراض السرطان والجهاز التنفسي.



النفايات المنزلية

بين إعادة التدوير وإضرار الصحة والبيئة



من خلال الرموز المعطاة في الشكل ٢-٤ يتوجب على كل من يتعامل مع أي مادة كيميائية منزلية، أن يكون على معرفة تامة بمدلولات تلك الرموز، فإذا كانت المادة تحمل رمز ٤ أي أنها مسببة للتآكل، فهذا يعني في الغالب أن تلك المادة حمضية بدرجة قوية، وأنها في حال انسكابها على الجلد ربما تؤدي إلى تشوهات مستديمة. وإذا كانت المادة قابلة للتفاعل أو مؤكسدة، فهذا يعني حساسيتها

للظروف المحيطة، فقد تتفجر بمجرد تعرضها للحرارة أو الهواء أو الماء أو ربما تتفجر بمجرد سقوطها على الأرض. أما إذا كان المنتج لا يحمل أي علامات ورموز تحذيرية فإنه يكون آمن الاستخدام هذا على افتراض الثقة في الجهة المصنعة، وأنها تتبع تعليمات السلامة المتفق عليها دولياً. وقد يحمل المنتج بعض العبارات مثل «يحفظ بعيداً عن متناول الأطفال» أو «لا يستخدم بالقرب من مصدر حراري أو لهب» وغيرها من العبارات التحذيرية، لذا ينبغي قراءة كل ما يكتب على المنتج بدقة تامة. وكنصيحة عامة فإنه ينبغي كلما أمكن تجنب شراء المنتجات للأغراض المنزلية التي تحتوي على رموز وعلامات تحذيرية خطيرة والاستعاضة عنها بالمنتجات الآمنة أو الأقل خطورة.

نصائح عند التعامل مع الكيماويات المنزلية

فيما يلي نسوق جملة من النصائح العامة، التي يمكن أن يسترشد بها المرء عند التعامل مع المنتجات التي تستخدم للأغراض المنزلية، وتحتوي على مواد كيميائية مثل المنظفات والأدوية وغيرها:

١. يفضل عند شراء منتجات العناية بالمنزل كالمطهرات وغيرها أن يتم قراءة المكونات والتحذيرات بعناية (شكل ٢-٦)، وأن يختار المنتج الأقل خطورة، وكذلك يراعى اختيار المنتجات ذات الجودة العالية التي تنتجها مصانع ذات مصداقية كبيرة.

٢. أن تحفظ تلك المنتجات في مكان مناسب من حيث التهوية، وعدم تمكن الأطفال الوصول إليها، وأن لا يتم وضعها في المطبخ أو بالقرب من المواد الغذائية. كذلك يجب عدم الأكل والشرب عند استخدام تلك المنتجات ويفضل لبس قفازات أو غسل الأيدي مباشرة بعد الانتهاء في حال عدم توفر قفازات.



٣. يجب عدم خلط تلك المنتجات مع بعض، لأن هذا ربما يقلل كفايتها أو يحدث تفاعلات كيميائية خطيرة، وكذلك يعد من إمكانية إعادة التدوير في حال الاستغناء عنها كنفايات.

٤. يتم خزن تلك المنتجات بحسب نوعها مفرقة عن بعضها البعض، حيث يجب أن لا توضع المنتجات القابلة للاشتعال قريبة من تلك المسببة للتآكل.
٥. البحث عن بدائل طبيعية آمنة، مثل استخدام محلول عصير الليمون للتنظيف، كإزالة البقع من الملابس وتلميع الزجاج.
٦. عند شراء المنتجات التي تعتمد على المذيبات: كالدهانات والفراء وملمعات الأحذية وغيرها، ينبغي اختيار تلك التي تحتوى على الماء كمذيب.
٧. ينبغي الاستغناء عن المرذقات العطرية الملطفة للجو (شكل ٢-٧)، لأنها قد تضر بصحة الإنسان بسهولة دخولها للجسم عن طريق التنفس.



بدائل للكيماويات المنزلية

يوجد بعض المنتجات الآمنة التي معظمها طبيعي، بحيث يمكن استعمالها كبدايل للكيماويات المنزلية: كالمنظفات والمطهرات والمبيدات الحشرية والزراعية وغيرها. يبين الجدول ٢-٢ بعض هذه البدائل.

جدول ٢-٢ بدائل للكيماويات المنزلية^{٢٢}.

الاستخدام	البديل	الاستخدام
مساحيق الغسيل والتطهير والكشط ومواد التنظيف التي تحتوي على الأمونيا (النشادر)	صودا الخبز (Baking soda) - الليمون - خل الطعام المخفف بالماء	يمكن عمل مزيج من زيت الخزامى أو زيت شجرة الشاي والماء واستخدامه لرش السطوح للتطهير.
الأسمدة الكيماوية لحديقة المنزل	كومبوست* - محسنات التربة الطبيعية مثل الرمل الأخضر وطعام الأسماك	يجب تخزين الأسمدة والمبيدات الزراعية بشكل جيد والتأكد من إبعادها عن متناول الأطفال.
المبيدات الحشرية	مسحوق الفلفل الحار - ورق الغار - خليط متساوي من صودا الخبز والسكر	
المبيضات التي تحتوي على الكلورين	صودا الخبز	

منظفات المراحيض	صودا الخبز - الخل الأبيض - خل التفاح	يمكن أن يمسح المراحيض بخليط متساوي من الصودا والخل ثم يدعك بفرشاة. كذلك يمكن استخدام خل التفاح لوحدة وذلك بسكب كمية كافية من خل التفاح في المراحيض لمدة لا تقل عن ساعتين.
مسلكات مجاري المياه مثل الفلاش	خليط من الخل وصودا الخبز	يمكن سكب كوب من صودا الخبز ثم يتبع بنصف كوب من الخل ثم يصب بعد ذلك ماء حار لتسليك المجرى المسدود جزئياً.
منظفات الزجاج والنوافذ	النشاء - الخل - الليمون	يمكن مزج ربع كوب من الخل مع حوالي لتر من الماء الدافئ، ثم يرش المزيج بالليمون، ويستخدم كمنظف للنوافذ أو ملمع للزجاج.
منظفات الأفران	صودا الخبز	ينثر الفرن بالصودا، ثم يرش بالماء، ثم يمسح جيداً بقطعة قماش.
منظفات السجاد والموكيت	النشاء - صودا الخبز	يمكن نثر القليل من الصودا أو النشاء على الفرش أو السجاد ثم تنظيفه بالمكنسة الكهربائية.
مزيلات الروائح والمرذذات	الليمون	
مزيلات الدهانات (مادة التتر)	الخل - ورق الصنفرة	
مزيلات البقع	النشاء - صودا الخبز - الليمون	

ملامعات الأثاث	النشاء - زيت نباتي - الليمون - الخل	يمكن عمل ملمع عبارة عن مزيج من الزيت النباتي مع كمية قليلة من عصير الليمون أو الخل
كسرات النفضالين لمكافحة العثة.	ورق الخزامى المجفف - أخشاب طبيعية كخشب الأرز وغيره	
منظفات الأرضيات	الخل	يمكن مزج كوب من الخل مع جالونين من الماء الدافئ لتنظيف الأرضيات.
المردذات لتثبيت الشعر وإزالة الروائح وغيرها	يحرص المرء على شراء المردذات غير الضارة التي لا تنتج هباءً (aerosol)	
معطرات الجو	التهوية الجيدة - استعمال الأعشاب العطرية والفواكه - صودا الخبز - الخل - القرفة - الشمع المعطر.	يمكن وضع قشور الفواكه كالبرتقال والجوافة وغيرها أو صودا الخبز أو الخل في وعاء مفتوح.

* انظر الفصل الثالث.

إن النفايات المنزلية الخطرة لا تقتصر على ما ذكر آنفاً من الكيماويات التي تتكون منها معظم المنتجات المستخدمة للأغراض المنزلية كالمنظفات والمطهرات والمبيدات الحشرية وغيرها، حيث يوجد بعض المنتجات الأخرى التي تحتوي على مواد خطيرة، ويكثر استعمالها في المنزل مثل الدهانات (البويات) والأجهزة الإلكترونية.

فعند شراء منتجات الدهانات يجب الحرص على أن تكون تلك المنتجات تحتوي على أقل نسبة من المواد سهلة التطاير (VOC). أيضًا يفضل شراء الدهانات ذات الأساس المائي (لا تفسد)، لأنها أسهل في التنظيف، حيث يتم ذلك باستخدام الماء والصابون على عكس الدهانات ذات الأساس الزيتي، التي تتطلب مادة التمر للتنظيف والإزالة. كذلك يفضل تجنب عمل أي دهان باستخدام الرش أو البخ، كما في علب «البويات» المضغوطة، لأنها ملوثة للهواء بالإضافة لقابليتها للاشتعال. وعند إجراء عملية الدهان في المنازل فإنه يجب أن يتم تهوية المكان بشكل جيد، وتجنب الجلوس وتناول الطعام في الغرف بعد عمل الدهان مباشرةً، وذلك للخطورة التي قد تنشأ من جراء استنشاق مكونات الدهان المتطايرة قبل أن تجف تمامًا. أما علب الدهانات المستغنى عنها بما فيها من متبقيات فإنه ينبغي أن لا ترمى مع النفايات المنزلية، وأن يتم وضعها في حاويات مخصصة لمثل هذا النوع من النفايات.

كذلك يوجد في المنازل بعض المنتجات الكيماوية التي تستخدم في المركبات مثل مياه التبريد والزيوت وغيرها، وهي بلا ريب تشكل خطورة على صحة الإنسان، فينبغي الحذر عند التعامل معها واتخاذ احتياطات السلامة اللازمة، مثل ارتداء القفازات والكمامات. وأخيرًا فمن المعلوم أنه لا يخلو منزل من الأجهزة الإلكترونية ومستلزماتها بمختلف أنواعها كالهواتف الخلوية وأجهزة الحاسب

الآلي وشاشات الرائي (التلفاز) والبطاريات وغيرها، وهذه الأجهزة تحتوي على مواد خطيرة مثل الرصاص وغيره، كما ورد في الفصل الأول. ومكمن الخطورة هنا أنه عند الاستغناء عن هذه المنتجات فإنها تلقى في سلة النفائات المنزلية، وهذا يشكل خطورة بالغة على صحة الإنسان وعلى البيئة بشكل عام.



3

إدارة النفايات المنزلية وطرق التخلص منها



تتشكل النفايات داخل أي منزل بصورة يومية ولعله من المألوف أن يرى المرء عند المساء أو في وقت متأخر من الليل حاويات النفايات، وقد وضعت خارج المنزل تمهيداً لأخذها من قبل عمال النظافة، التي تجوب بهم شاحنة جمع النفايات الشوارع، لتفريغ حمولة تلك الحاويات فيها، لتأخذ طريقها إلى مصير ربما يكون مجهولاً للكثير منا. هل تساءل المرء منا قبل أن يخرج حاوية النفايات ويضعها عند عتبة المنزل عن مقدار مساهمته في تلويث البيئة والصحة العامة. إن موضوع إدارة النفايات المنزلية والتخلص السليم منها هو ليس مهمة مقتصرة على الجهات المختصة، بل إن المجتمع يعد شريكاً فاعلاً في ذلك إذا التزم بمبادئ التنمية المستدامة، لا سيما تلك التي تعنى بالتقليل من النفايات كلما أمكن. على الرغم من أن معظم مكونات النفايات المنزلية قصيرة الأجل، حوالي ٧٠٪، هو عبارة عن مواد عضوية على شكل بقايا الطعام ومنتجات ورقية، إلا أن ذلك يتطلب توفّر إدارة فاعلة تقوم على التصنيف والفرز من المصدر، ألا وهو المنزل بغرض إعادة الاستعمال أو الاسترجاع على هيئة منتجات مختلفة: كالأسمدة ومخصبات التربة من متبقّيات الأطعمة والنفايات العضوية أو إعادة التدوير لبعض المواد: كالورق والبلاستيك والحرق في محارق متطورة (Incinerators) لإنتاج الطاقة وكخطوة أخيرة الطمر في أماكن مهيأة أو ما يعرف بمدافن

النفائات البلدية (Landfills). تشكل النفائات المنزلية حوالي ٦٥٪ من النفائات البلدية الصلبة (MSW)^{٢٣}، وهذا يجعل الحديث عن ضرورة إدارتها بطرق فاعلة أمرًا مهمًا جدًا. ولناخذ مثالًا على أحد مكونات النفائات المنزلية، ألا وهو المواد البلاستيكية، حيث إن نسبة ما يتم رميه من تلك المواد يزداد بشكل مطرد على مر السنين الماضية، ومن المتوقع أن يزداد بشكل أكبر في المستقبل، نتيجة للتنوع الهائل في إنتاج البلاستيك لمختلف التطبيقات، ومن أهمها تعبئة وتغليف الأطعمة والمشروبات. في هذا الفصل من الكتاب سوف يتم تناول الطرق المستخدمة في إدارة النفائات المنزلية: عمليات الفرز من المصدر، وإعادة التدوير للمواد القابلة لذلك: كالورق والبلاستيك، وكذلك إنتاج السماد العضوي والطاقة. وللتوضيح فإن هذه الطرق لإدارة النفائات المنزلية كفرزها عند المنازل من خلال حاويات مختلفة اللون والشكل، ربما لا يراها المرء مطبقة في البلدان النامية: كمعظم الدول العربية، وسيتم الحديث عن وضع إدارة النفائات المنزلية في المملكة العربية السعودية في نهاية هذا الفصل.

إدارة النفائات المنزلية

إن التخلص السليم والاستفادة القصوى من النفائات المنزلية يتطلب تضافر الجهود من قبل أطراف عدة: كالمجتمع وأمانات المدن والمستثمرون في مجال إعادة تدوير النفائات. وقبل ذلك فإن وجود التشريعات الحكومية التي تلزم بضرورة الإدارة السليمة والفاعلة

لنفايات المنزلية يعد مطلبًا أساسًا للتعامل الصحي والبيئي والاقتصادي مع تلك النفايات. وفيما يلي نتطرق إلى دور المجتمع في إدارة النفايات المنزلية، وكذلك الطرق المتبعة لفرز وتصنيف النفايات المنزلية.

• دور المجتمع

للمجتمع دور فاعل في إدارة النفايات بشكل حضاري. إن وعي أفراد المجتمع بكافة شرائحه بمشكلة النفايات يعد أمرًا مهمًا جدًا للحد من هذه المشكلة، حيث إن منشأ النفايات هو الاستهلاك في المنازل والمحلات التجارية وغيرها من الأنشطة البشرية. إن التقليل من كمية النفايات المنزلية اليومية يتحكم فيه العديد من العوامل التربوية والاقتصادية والثقافية. بإمكان المرء في المنزل أن يطبق إستراتيجية التاءات الثلاث، التي ذكرت في مقدمة هذا الكتاب للتقليل من تكوين النفايات. فمثلاً يمكن إعادة استخدام أكياس التسوق لأغراض مختلفة، بدل رميها مع النفايات. وضع النفايات في الحاوية المخصصة بحسب نوع النفاية، وذلك في البلدان التي تطبق فصل النفايات من مصدرها يعد مطلبًا ضروريًا لا يتأتى إلا بتعاون أفراد المجتمع قاطني الدور السكنية مع وجود تشريعات حكومية تضمن تحقيق ذلك. ولعله من الملاحظ أن مستوى رفاهية المجتمع يؤدي إلى زيادة مطردة وغير مرشدة في استهلاك المنتجات

بمختلف أنواعها وهذا بدوره يزيد من كمية النفائات المنتجة يوميًا. وأخيرًا يجب التنويه إلى أن وعي المجتمع وحده بأهمية إعادة التدوير للنفايات لا يعد كافيًا إذ لابد من وجود محفزات تدفع أفراد المجتمع إلى المشاركة الفاعلة في عملية إعادة تدوير النفائات المنزلية. فمثلاً وكما هو معمول به في الدول المتقدمة تقوم مراكز إعادة التدوير بدفع قيمة رمزية مقابل ما يتم جلبه للمركز من مواد قابلة لإعادة التدوير: كعلب المشروبات والطعام ومخلفات الورق والزجاج وغيرها.

• الفرز المنزلي للنفايات ونقطة التجميع أمام المنازل وداخل الأحياء السكنية

إن الإدارة الفاعلة للنفايات تتطلب أن يتم فرز وتصنيف النفائات من مصدر تكوينها مثل المنازل وغيرها. ولعل من يسافر إلى بعض البلدان المتطورة صناعيًا كالأوروبية مثلاً يلحظ وجود حاويات مختلفة الشكل واللون عند المنازل يتم فيها وضع النفائات بحسب نوعها (شكل ٣-١). هذا التصرف بلا ريب هو حضاري بامتياز، لأنه يعزز مفهوم التنمية المستدامة التي تهدف إليه التنمية الحقيقية بكافة أشكالها الصحية والبيئية والاقتصادية.



إن المفترض أن يتم تقليل إنتاج النفايات كلما أمكن بممارسات متعددة، مثل إعادة استخدام المنتجات كالأكياس البلاستيكية وغيرها. لكن في نهاية الأمر لابد من تكون نفايات داخل المنزل، وعندها يجب أن تدار تلك النفايات بطرق سليمة تضمن الحفاظ على الصحة العامة والبيئة والموارد الاقتصادية. تلخص هذه الطرق بإعادة تدوير المواد القابلة لذلك: كالورق والزجاج والألمنيوم والبلاستيك وتصنيع الأسمدة الطبيعية من النفايات العضوية: كمتبقيات الأطعمة ومخلفات الحديقة المنزلية، وأخيراً دفن المتبقي من النفايات في المدافن البلدية أو حرقها في محارق مهيأة لإنتاج الطاقة. يبين الشكل ٢-٣ مخططاً مثالياً لعملية إدارة النفايات



شكل رقم ٢: مخطط إدارة النفايات المنزلية

المنزلية، لكن وقبل الحديث عن طرق التخلص من النفايات المنزلية يجب التأكيد على أهمية الفرز المنزلي للنفايات حيث إن تعاون أفراد المجتمع في ذلك يعد مطلباً مهماً جداً للتسهيل على الجهات العاملة في إدارة ومعالجة النفايات المنزلية، إن فصل النفايات من المصدر وتصنيفها بحسب نوعها يقلل تكلفة معالجتها، ويجعل ذلك مجدياً من الناحية الاقتصادية. إن إدارة النفايات المنزلية كما هو موضح في الشكل ٢-٣ قد تسلك عدة مسارات بحسب البلد، ففي

البلدان التي تسن تشريعات حكومية لمعالجة وإعادة تدوير النفايات كالأوروبية، فإنه يتم فرز وتجميع النفايات عند المصدر أو ما يسمى بإعادة التدوير الرصيفي (Curbside) أو في مراكز إعادة التدوير (Drop-off Centers)، كما هو موضح في الشكل ٣-٣، ويستفاد من النفايات العضوية لعمل مخصبات التربة والسماذ. أما في حال البلدان التي لا يوجد بها تشريعات وقوانين صارمة لإعادة تدوير النفايات، فإن مسار إدارة تلك النفايات يسلك الاتجاه الموضح بالسهم رقم ١ كما هو مبين في الشكل ٣-٢، حيث يتم تجميع النفايات في شاحنة بدون فصل، وتؤخذ إلى مدفن النفايات البلدية، وربما يتم فصل بعض النفايات عند المدفن.



الشكل ٣-٣ طرق جمع النفايات المنزلية

١. مراكز إعادة التدوير ٢. التدوير الرصيفي

طرق التخلص من النفائات ومعالجتها

يمكن التخلص من النفائات المنزلية بطرق متعددة، تعتمد على مدى توفر أنظمة وتشريعات تضبط سلامة الطريقة المتبعة لمعالجة النفائات، وضمان عدم التسبب في أي ضرر قد يلحق بالصحة والبيئة. فبينما يمكن أخذ النفائات المنزلية مباشرة إلى المدفن أو حرقها في أماكن مفتوحة وغير مخصصة لدفن النفائات، وذلك في البلدان التي لا يوجد فيها تشريعات ملزمة لمعالجة النفائات المنزلية، نجد أنه في المقابل تخضع تلك النفائات لخطط مدروسة تضمن المعالجة السليمة لها، بحيث يتم الاستفادة منها عبر تحويلها إلى منتجات مفيدة كالأسمدة وإعادة تدوير ما يمكن تدويره كالورق والزجاج. إن مرحلتي جمع ونقل النفائات بشكل عام تشكلان أهم المراحل في عملية المعالجة والإدارة السليمة لتلك النفائات، حيث تقدر تكلفة هاتين المرحلتين بحوالي ٨٠ ٪ من مجموع التكلفة الكلية. لهذا فإن تصميم وأمثلية هاتين المرحلتين ربما يسهم بشكل كبير في الحد من تكلفة إدارة ومعالجة النفائات المنزلية. فعلى سبيل المثال يمكن اختيار أقصر الطرق لتسلوها شاحنات جمع النفائات، وكذلك التفكير في حلول بديلة للنقل أكثر كفاءة وأوفر اقتصادياً، وطرق مبتكرة لتوزيع حاويات فرز النفائات بحسب نوعها، وغير ذلك. بعد الجمع والنقل وفي حالة أن النفائات لا يتم فرزها وتصنيفها من

المصدر، أي بواسطة الحاويات المخصصة لكل نوع من النفايات أمام المنازل أو في المجمعات السكنية، فإن الجهات العاملة في فرز النفايات تقوم بعمل ذلك من خلال أماكن مخصصة لذلك على هيئة مستودعات، بها بعض التجهيزات للمساعدة في الفرز والتهيئة. عند تفريغ حمولة النفايات المنزلية المختلطة على الأرض يتم فرز المواد كبيرة الحجم، التي يسهل فصلها كالكراتين الورقية. بعد ذلك تقوم عربة رافعة أو جرافة بنقل النفايات وتغذيتها عبر قادوس كبير تمر من خلاله النفايات بسلسلة من السيور المتحركة المزودة بغربال لفصل النفايات بحسب الحجم، حيث تسقط النفايات صغيرة الحجم من فتحات الغربال وتبقى النفايات الأخرى الكبيرة، التي غالباً ما تكون قابلة لإعادة التدوير كالبلستيك وغيره. يمكن فصل المواد التي تبقى على السيور المتحركة: إما يدوياً بواسطة العمال وهذا مكلف أو آلياً باستخدام تقنيات مختلفة. الفرز اليدوي هو أكثر دقة لكنه غير مجدي اقتصادياً. أما الفرز الآلي فيتم باستخدام السيور المغناطيسية، لفصل المواد ذات النشاط المغناطيسي كالحديد والفولاذ، وكذلك يمكن استخدام تقنية التيار العكسي (Eddy current)، وذلك لفصل منتجات الألمنيوم كعلب المشروبات الغازية. كما يمكن فصل بعض مكونات النفايات بحسب أوزانها أو خواصها الضوئية، وهو المتبع عند فصل المواد البلاستيكية بتقنية الأشعة فوق البنفسجية.

وفيما يلي أهم الطرق المتبعة لمعالجة النفائات المنزلية والتخلص منها.

أ. الدفن والحرق المفتوح (العشوائي)

في ظل غياب التشريعات الملزمة لمعالجة النفائات المنزلية يمكن أن يتم دفنها في مدافن النفائات البلدية، بدون أن يتم فصل مكوناتها واسترجاع ما يمكن الاستفادة منه، ومعالجة المواد الخطرة: كمتبقيات الأدوية والمبيدات والكيماويات المنزلية بوجه عام. وهذا بلا ريب علاوة على أن فيه مخالفة لأسس التنمية المستدامة، التي تهدف إلى حفظ الموارد والبيئة قدر الاستطاعة، حيث يمكن للمواد الخطرة في النفائات المنزلية أن تتسلل إلى جوف الأرض، وتلحق الضرر بالماء والتربة، فإن فيه هدرًا اقتصاديًا لا مبرر له. إن مدفن النفائات البلدية لابد أن يتم تصميمه بشكل محكم بحيث يضمن التقليل قدر المستطاع من احتمالية تلويث البيئة سواء التربة أو الماء أو الهواء بمكونات أو نواتج تحلل النفائات. يحدث تحلل النفائات عند تعرض مكوناتها العضوية للهواء، وهذه العملية يطلق عليها مسمى التحلل الهوائي أو الأكسوجيني (Aerobic)، كما يحدث أيضًا تحلل للنفائات عند دفتها بدون توفر الهواء (Anaerobic)، بحيث تنتج عصارة أو مواد مرتشحة (Leachate)، وهي عبارة عن سوائل عضوية مركزة يمكن أن تتسبب بتلوث المياه الجوفية إذا تغلغلت في

جوف الأرض. كذلك ينتج عن عملية التحلل الغير هوائي للنفايات العضوية غازات ضارة بالبيئة كغازات الاحتباس الحراري، مثل ثاني أكسيد الكربون (CO_2) والميثان (CH_4).

من المؤلف أن يرى المرء منا في بعض المناطق النائية وفي المتنزهات البرية وغيرها أكواماً من النفايات، تتصاعد منها الأدخنة نتيجة لحرق تلك النفايات (شكل ٣-٤)، بل إن البعض وخاصة من الشباب عند قيامهم برحلة برية يقومون بحرق ما يجتمع لديهم من نفايات ظناً منهم أن هذه هي الطريقة المثلى للتخلص من النفايات بدلاً عن رميها في الصحراء (شكل ٣-٥). إن الأخطار المترتبة نتيجة الحرق المفتوح أو العشوائي للنفايات في أماكن غير مهيأة كثيرة، ومنها أن غازات خطيرة مثل غازات الداىوكسين^(*) وغيرها يمكن أن تتحرر مما يسبب تلوثاً للهواء الجوي، وكذلك فإن ما يتخلف نتيجة الحرق من رماد قد يحتوي على مواد سامة ضارة بالبيئة وخاصة للتربة والنبات والماء. ناهيك عن أن النفايات المنزلية ربما تحتوي على نفايات طبية تحتاج إلى محارق خاصة لمعالجتها.

(*) الداىوكسين هو عبارة عن مجموعة من المركبات الهيدروكربونية العطرية الهالوجينية (PHAHs). ومن أشهر هذه المركبات CDDs و CDFs و PCBs.



النفايات المنزلية

بين إعادة التدوير والضرر لصحة البيئة





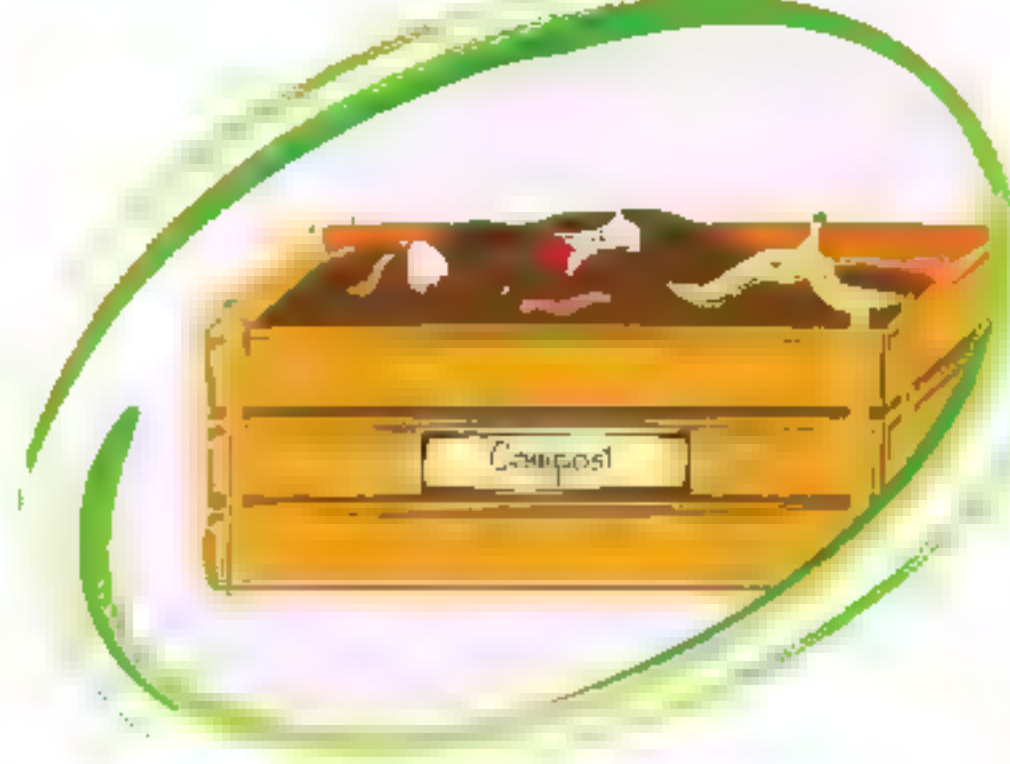
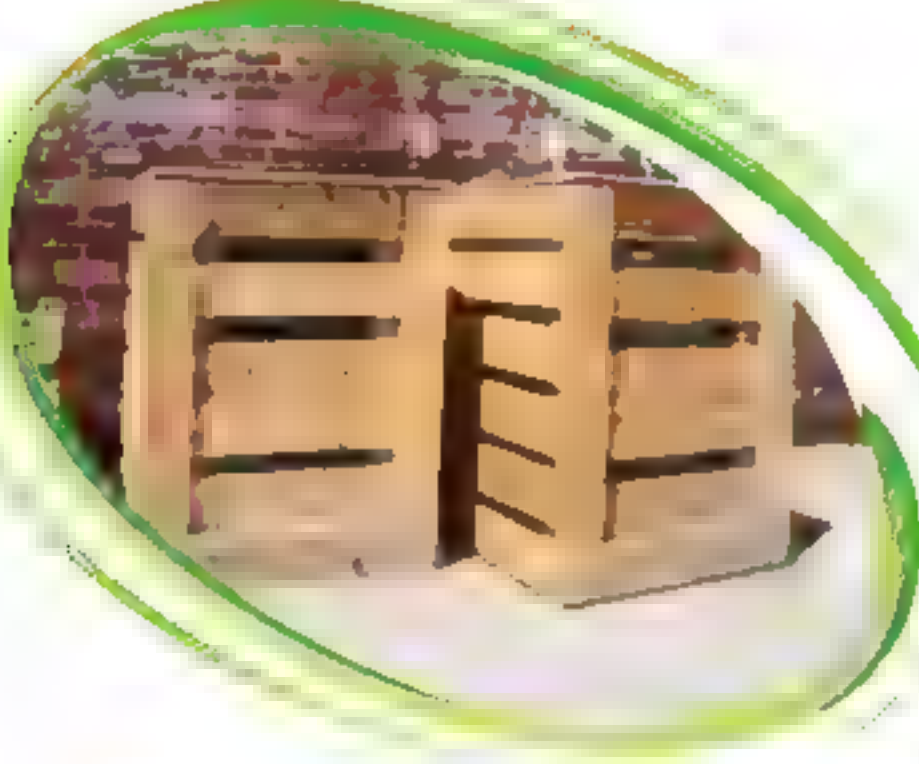
ب. استرجاع وإعادة تدوير النفايات

يمكن أن يتم الاستفادة من معظم مكونات النفايات المنزلية، وذلك عن طريق تحويل النفايات العضوية: كمتبقيات الأغذية ومخلفات الحدائق المنزلية إلى مواد مفيدة كالأسمدة الطبيعية. كذلك يمكن إعادة تدوير نفايات البلاستيك والورق والمعدن والزجاج. وأخيرًا، يمكن إنتاج الغاز حيوي (ميثان) عن طريق بناء مفاعلات التخمير داخل مدفن النفايات البلدية، وإنتاج الطاقة عن طريق حرق المتبقي من النفايات أو جمع النفايات قبل الفصل والمعالجة وذلك من خلال محارق مخصصة لذلك. وفيما يلي نستعرض أهم تلك الطرق.

• إنتاج مخصبات التربة والأسمدة من النفایات العضویة

«كومبوست Composting» هی عملية تحويل النفایات العضویة كبقایا الطعام والنبات، عن طریق تحللها بفعل الكائنات الدقیقة إلى مركبات عضویة صغیرة. یمكن استخدام نواتج هذه العملية كمخصبات للتربة وبدائل للسماد الكیماوی المستخدم فی زراعة الحدیقة المنزلیة. إن هذه الطریقة، «كومبوست»، من شأنها أن تحقق فوائد عدیدة، منها التقلیل من كمية النفایات المنزلیة، التي یتم دفنها الذي بدوره یقلل من انبعاث غازات الاحتباس الحراری، ومن أهمها غاز الميثان، وكذلك توفير مواد طبیعیة كبديل للأسمدة الكیماویة لتخصیب التربة الزراعیة فی المنزل. یمكن تحضير الكومبوست منزلیاً فی الفناء الی جوار الحدیقة المنزلیة، وذلك باستخدام حاویة خشبیة أو غیرها (الشكل ۲-۶) حیث یوضع فی تلك الحاویة مخلفات الحدیقة من أوراق النبات المتساقطة و غیرها، وكذلك بقایا الطعام كقشور الفاكهة والخضراوات و غیرها. توضع تلك الحاویة فی مكان مظلل وجاف، ویتم تقلیب محتوی الحاویة بین وقت وآخر، لتهویة المحتوی من أجل أن تقوم الكائنات الدقیقة بتفكیک تلك المواد، وكذلك لتقلیل زمن التحضیر الذي قد یتفرق من ستة أشهر حتی أكثر من السنة. إن النفایات المستخدمة لعمل

الكومبوست تصنف بالنفايات الخضراء والبنية اللون. النفايات البنية تعد مصدرًا لعنصر الكربون، وتتألف من مواد عدة منها مخلفات ورق الكتابة والكرتون وأوراق النباتات والأغصان الجافة ونشارة الخشب وغيرها، أما النفايات الخضراء فإنها تعد مصدرًا للنيتروجين، وتتكون من مواد عدة منها أجزاء النبات الخضراء مثل العشب والأوراق بعد عملية التقليم والجز، وكذلك بقايا الطعام كمتبقيات الخبز وقشور الفاكهة والبيض ومخلفات القهوة والشاي، كما يمكن إضافة ما يتبقى من اللحوم والعظام، لكن هذه المواد تبطئ من عملية الكومبوست. أما المواد غير العضوية أو غير القابلة للتحلل الحيوي كالزجاج والبلاستيك والقصدير، فإنه يتجنب إضافتها لحاوية عمل الكومبوست. يفضل أن تكون نسبة النفايات البنية إلى الخضراء ثلاثة إلى واحد (٣:١) وتوضع على شكل طبقات بحيث تكون الطبقة العلوية عبارة عن نفايات خضراء مكونة من العشب والأوراق الخضراء. عند إضافة نفايات للحاوية يتم تحريك المحتوى وعزقه لغرض التهوية إلا في حالة أن الحاوية مجهزة بذراع تحريك وغريلة خارجي أو فتحات للتهوية كما هو موضح في الشكل ٣-٧ وعندما تكتمل عملية الكومبوست يتحول اللون إلى البني الداكن وعندها يكون جاهز للخلط مع تربة حديقة المنزل.



يمكن أيضًا عمل الكومبوست باستخدام ديدان الأرض الحمراء، وتسمى هذه الطريقة «Virmicomposting»، حيث تقوم تلك الديدان (شكل ٣-٨) بالتغذي على النفايات العضوية بما يعادل وزنها بشكل يومي، وتقوم بتحويلها على شكل فضلات كمواد مفيدة جدًا لتغذية النبات.



قد تظهر بعض العوائق والأخطاء عند إجراء عملية الكمبوست، ومنها الرائحة الكريهة الشبيهة برائحة البيض الفاسد، وهذا يرجع إلى قلة التهوية أو زيادة الرطوبة التي يجب أن تتراوح من ٤٠-٦٠ ٪^{٢٢}، وعندها يمكن إضافة مواد ماصة للرطوبة: كنشارة الخشب وأوراق الأشجار الجافة مع التقليب لتهوية الخليط. كذلك يمكن أن تصدر رائحة النشادر من الحاوية، وهذا يرجع إلى زيادة في كمية النفايات الخضراء، التي تزيد من كمية النيتروجين، وهنا يجب إضافة نفايات بنية غنية بالكربون: كنشارة الخشب. وكمُلخص لما سبق فإنه ينبغي موازنة عدة عوامل لتحضير كومبوست جيد. تلك العوامل هي الحجم المناسب للحاوية ومقاس الخليط، فكلما قل حجم مكونات الخليط ومقاسه، وكان على هيئة شرائح صغيرة أو مسحوق كلما كان أفضل لعملية الكمبوست. كذلك

من العوامل المهمة مستوى الرطوبة ودرجة التهوية فيها، ونسبة الخلط الجيدة للنفايات البنية إلى الخضراء وأخيراً درجة الحرارة المناسبة بين ٣٠-٦٠°م حيث إن الجو البارد لا يساعد على تحلل النفايات العضوية إلى كومبوست.

• إعادة التدوير

إعادة التدوير تعني أن يتم استرجاع بعض أنواع النفايات كالورق والزجاج والمعادن والبلاستيك وتحويلها عبر عمليات صناعية، ليتم إعادة استعمالها كمواد خام لتصنيع منتجات جديدة. وعلى الرغم من أن العمليات الصناعية التي تمر بها عملية إعادة تدوير النفايات من فصل وتنقية وصهر وغيرها، قد يؤدي إلى بعض الضرر بالبيئة علاوة على التكلفة الاقتصادية المتوقعة، إلا أن فيه -أي إعادة التدوير- منافع جمة، منها حفظ الموارد الطبيعية والطاقة من نפט وغاز ومعادن، وتقليل كمية النفايات البلدية التي يتم دفنها وما له من تبعات بيئية: كتلوث الهواء بالغازات، وتلوث المياه الجوفية وغيرها. إن خيار التدوير يعتمد على إستراتيجيات الدول، ففي البلدان التي تفتقر إلى مصادر رخيصة للطاقة كالبتروول ربما يكون في حرق النفايات كتلة واحدة، لإنتاج الطاقة خياراً إستراتيجياً، لأن فصل المواد القابلة لإعادة التدوير كالبلاستيك ربما يقلل من القيمة الحرارية التي تنتج عن حرق النفايات، وهذا بدوره يقلل من الطاقة المنتجة. وفيما يلي نستعرض أهم المواد القابلة لإعادة التدوير.

• الورق ومنتجاته

يشكل الورق ومنتجاته المختلفة كورق الطباعة والصحف والمجلات و«المناديل» و«الكرتون» وغيرها نسبة كبيرة من مجمل النفايات المنزلية. يمكن الاستفادة من مخلفات الورق كالصحف والمجلات كمواد عازلة، وكذلك من ضمن مكونات عمل الكمبوست كما أشرنا إلى ذلك مسبقاً. لكن مع الزيادة المطردة في إنتاج الورق بمختلف أشكاله فإن خيار إعادة التدوير للأغراض نفسها مثل طباعة الصحف والمجلات يبقى إستراتيجياً لحفظ الموارد الطبيعية المتمثلة أساساً في مصدر الورق وهو الأشجار. إن المشكلة تكمن في أنه عند إلقاء الورق مع النفايات المنزلية بمختلف أشكالها، وخاصة النفايات الرطبة: كبقايا الطعام فإن هذا يؤثر سلباً على إمكانية إعادة تدويره، فالورق خلافاً للمواد الأخرى القابلة لإعادة التدوير كالبلاستيك والزجاج والمعادن يمتص الرطوبة بدرجة عالية، ولهذا يجب أن تلقى مخلفات الورق في حاويات مخصصة بحيث لا تختلط مع النفايات المنزلية الأخرى. تمر عملية إعادة تدوير الورق بعدة مراحل تبدأ بالفرز، ثم التجميع والنقل. بعد نقل الورق إلى المصنع المخصص لإعادة التدوير يوضع في مخازن خاصة داخل المصنع، ليشكل المواد الخام اللازمة، لتصنيع الورق بمختلف أنواعه (شكل ٣-٩). تبدأ مرحلة إعادة تصنيع الورق بشكل فعلي من خلال إعداد عجينة الورق (The pulp) وتهيئتها وذلك بتنقيتها، بطريقة الغربلة، من الشوائب التي قد تؤثر على جودة الورق، مثل بقايا المواد البلاستيكية والفراء وغيرها من الشوائب. بعد ذلك

يتم تنظيف عجينة الورق بطريقة الإعصار الحلزوني «السايكلون»، وذلك للتخلص من المواد العالقة كمشابك «دبابيس» الورق والشوائب الخفيفة الأخرى. بعد عملية التنظيف تخضع العجينة لمرحلة إزالة الأحبار والمواد اللاصقة بطريقة التعويم (Flotation). بعد ذلك وقبل تصنيع الورق بشكل نهائي تمر العجينة بمرحلة التكرير والتبييض. يلخص الجدول ٢-١ مراحل إعادة تصنيع الورق، كما يبين الشكل ٣-١ مخططاً لعملية إعادة تدوير الورق. ولعل سائل أن يسأل عن مصير الشوائب التي ربما تنتج من خلال المعالجات المختلفة للورق المعاد تدويره كالأحبار. قد تنتج عن عملية التعويم مواد عديدة مثل الأحبار والمواد اللاصقة وألياف الورق غير الجيدة، ومثل هذه المواد يمكن الاستفادة منها عن طريق حرقها لإنتاج طاقة أو استخدامها في عملية إعداد الكومبوست أو السماد العضوي، وربما يمكن إعادة تدوير الحبر إذا كان في ذلك جدوى اقتصادية.



الجدول ٣-١ مراحل إعادة تدوير الورق.

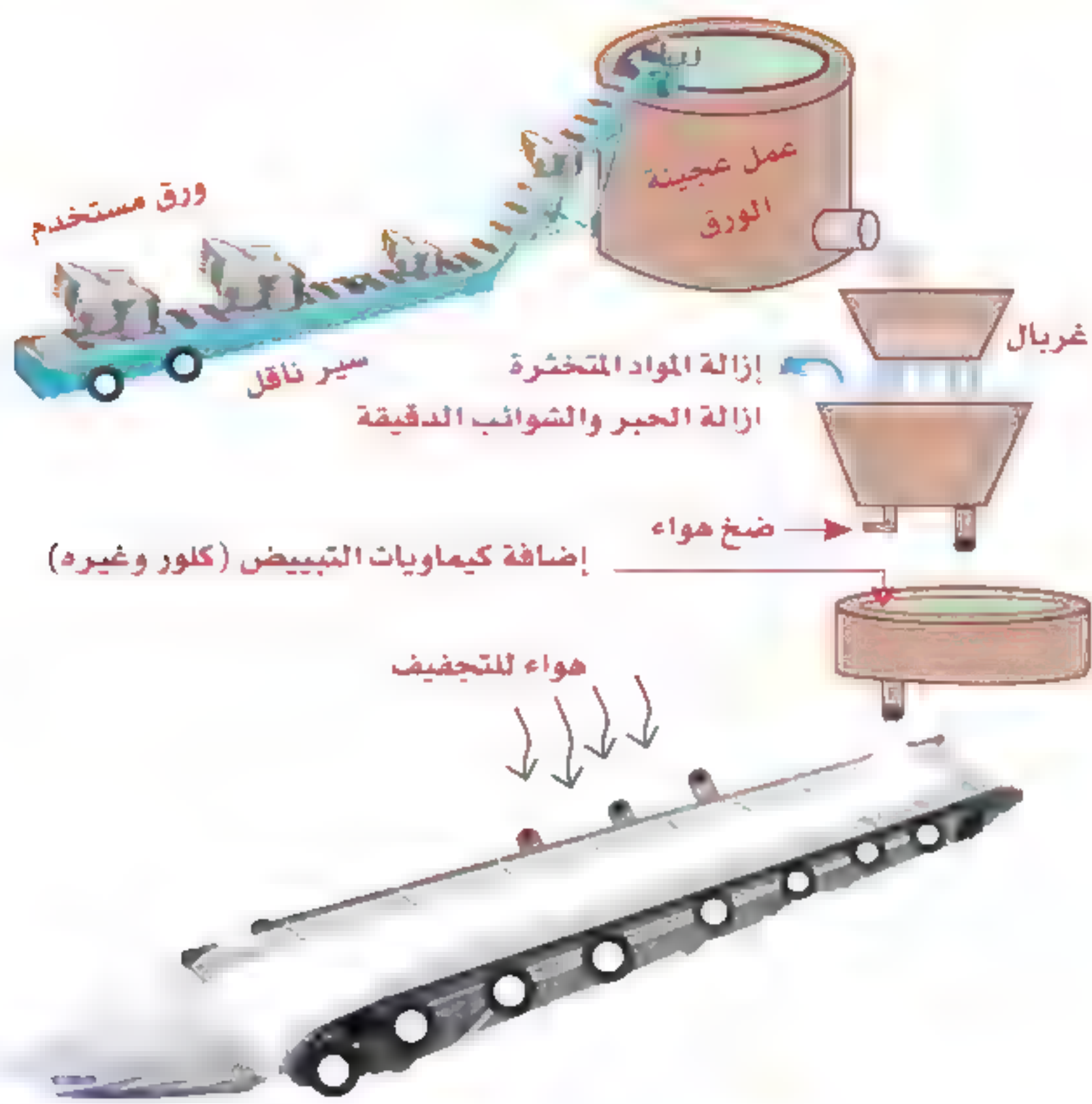
الخطوات	وصف وملاحظات
الفرز والتجميع والنقل	<ul style="list-style-type: none"> • يجب فصل الورق عن النفايات المنزلية الأخرى : كبقايا الطعام والبلاستيك وعلب الألمنيوم. • يمكن أخذ الورق إلى مراكز إعادة التدوير إن وجدت أو وضعه أمام المنزل، ليتم أخذه من قبل العاملين في صناعة إعادة تدوير الورق. • يتم تجميع الورق وكبسه على هيئة حزم كبيرة ليسهل تخزينه.
تهيئة عجينة الورق وتنقيتها بالغربلة	<ul style="list-style-type: none"> • ينقل الورق بواسطة سيور إلى خزان يحتوي على الماء، بحيث يتم تقطيعه إلى أجزاء صغيرة على شكل ألياف سليولوزية بفعل الحرارة وبعض الكيماويات المضافة، وهذا يؤدي إلى تكون عجينة الورق. • يتم ضغط العجينة من خلال غربال بحيث يتم إزالة بعض الشوائب كقطع البلاستيك والفراء.
التنظيف	<ul style="list-style-type: none"> • هنا يتم فصل الشوائب التي لم يتم إزالتها في مرحلة الغربلة مثل مشابك الورق.
إزالة الحبر	<ul style="list-style-type: none"> • تمر عملية إزالة الحبر والمواد اللاصقة بمرحلتين، حيث في المرحلة الأولى يتم إضافة الماء لعجينة الورق لإزالة جسيمات الحبر الصغيرة، أما الجسيمات الكبيرة من الحبر فيتم إزالتها بضخ هواء من خلال العجينة المغمورة بالماء وهذه الطريقة تسمى التعويم. • في أثناء مرحلة التعويم يتم إضافة مواد كيميائية شبيهة «بالصابون» تسمى «سرفاكتانت»، وذلك بغرض فك ارتباط الجسيمات الكبيرة من الحبر والمواد اللاصقة عن عجينة الورق، وجعلها تلتصق بفقااعات الهواء، ومن ثم فصلها عن طريق كشط الرغوة المتكونة على سطح الحاوية المخصصة لإجراء عملية التعويم.

التكریر والتبیض

- یتیم ضرب خلیط عجینة الورق وتقلیبه لفصل ألیاف السلیولوز المنتفخة عن بعضها، وهی تعد الخامة الرئیسة لتصنیع الورق.
- یتیم إزالة أی مصبغات من الألیاف بواسطة إضافة کیماویات خاصة بذلك.
- یتیم إضافة بعض الكیماویات المبیضة مثل فوق أكسید الهیدروجین أو ثانی أكسید الكلورین إذا كان الهدف تصنیع ورق أبيض وفي حالة إنتاج الورق البني، فإنه لا یتیم استخدام أی مواد مبیضة.

عمل لفات (رولات) الورق المعاد تدویره

- یمکن استخدام عجینة الورق المهیئة بعد مرحلة التكریر لتصنیع ورق جدید، كما یمكن كذلك خلط العجینة مع ألیاف جدیدة لم یسبق استخدامها لجعل الورق المنتج أكثر صلابة ونعومة.
- یتیم خلط العجینة مع الماء والكیماویات ثم یتیم ضخها بالرش على سیر متحرك ذی ثقوب لتجفیف الورق من الماء.
- عندما تتحرك عجینة الورق المرشوشة على السیر المتحرك ینزل الماء عبر ثقوب السیر مما یؤدي بألیاف العجینة أن تتجمع وتلتصق ببعضها.
- بعد ذلك یتیم تمریر ألیاف الورق الملتصقة على أنابیب درفلة تقوم بعصر ما تبقى من محتوی مائی داخل ألیاف الورق ثم تمر أیضاً على مجموعة أخرى من أنابیب الدرفلة المعدنية الساخنة، وذلك لتجفیف الورق بشكل تام.
- خلال مرحلة التجفیف بأنابیب الدرفلة الساخنة یمكن إضافة محسنات الورق أو الطلاء لجعل الورق أكثر لمعاناً ونعومة لبعض التطبيقات المهمة فی الطباعة.
- أخیراً یتیم تجميع الورق على هیئة لفات (رولات) ضخمة قد یصل وزن اللفة الواحدة حوالي ۲۰ طن وعرضها ما یقارب ۴ أمتار.



الشكل رقم (٣-١١) مراحل إعادة تدوير الورق

• المعادن

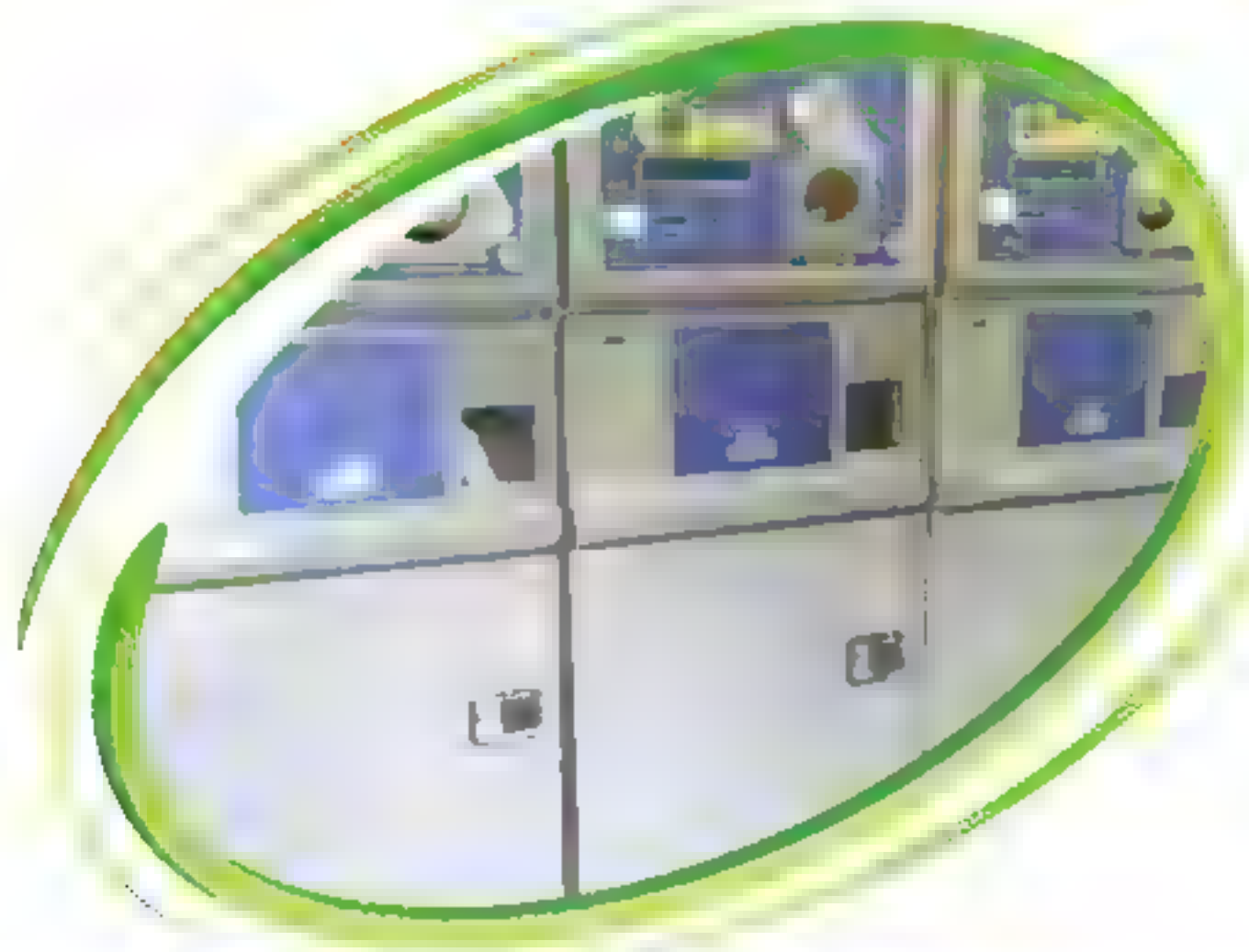
يمكن القول بشكل عام: إن المنتجات المصنوعة من المعادن التقليدية كالحديد والتحاس وغيرها يمكن إعادة تدويرها، وذلك بالصهر وإعادة التشكيل على هيئة منتجات مختلفة. تعد علب المشروبات الغازية (شكل ٣-١١) المصنوعة من معدن الألمنيوم أهم النفايات المنزلية المعدنية. كذلك يمكن أن تنتج من المنزل نفايات معدنية أخرى كمعلبات الأطعمة المختلفة (شكل ٣-١٢) ومواد

التغليف المصنوعة من معدن القصدير، هذا بالإضافة إلى النفايات الإلكترونية المنزلية، التي يستغنى عنها كأجهزة الحاسب والألعاب الإلكترونية وغيرها، التي ربما تحتوي على معادن ثمينة كالذهب. وتمثل نفايات علب المشروبات الغازية المصنوعة من الألمنيوم الجزء الأكبر من النفايات المعدنية المنزلية، وذلك بحكم الاستهلاك اليومي. ونظرًا لارتفاع سعر خام الألمنيوم فإن استرجاعه من تلك النفايات يعد مطلبًا إستراتيجيًا. أيضًا وكما هو الحال مع إعادة تدوير الورق، فإن إعادة تصنيع المعادن بشكل عام وتصنيع علب الألمنيوم الجديدة عن طريق إعادة تدوير العلب الفارغة يؤدي إلى حفظ الموارد الطبيعية والطاقة التي يتطلبها تصنيع صفائح ألومنيوم من خاماته الطبيعية. يوجد العديد من الطرق التي يمكن بواسطتها جمع علب الألمنيوم المستخدمة؛ حيث يمكن فرض رسم استرجاع أو تأمين يتم استرداده عند تسليم العلب فارغة بعد الاستخدام في الأماكن المخصصة لذلك. ويعاب على هذه الطريقة أن تكلفتها ربما تفوق تكلفة إعادة التدوير لتلك العلب.

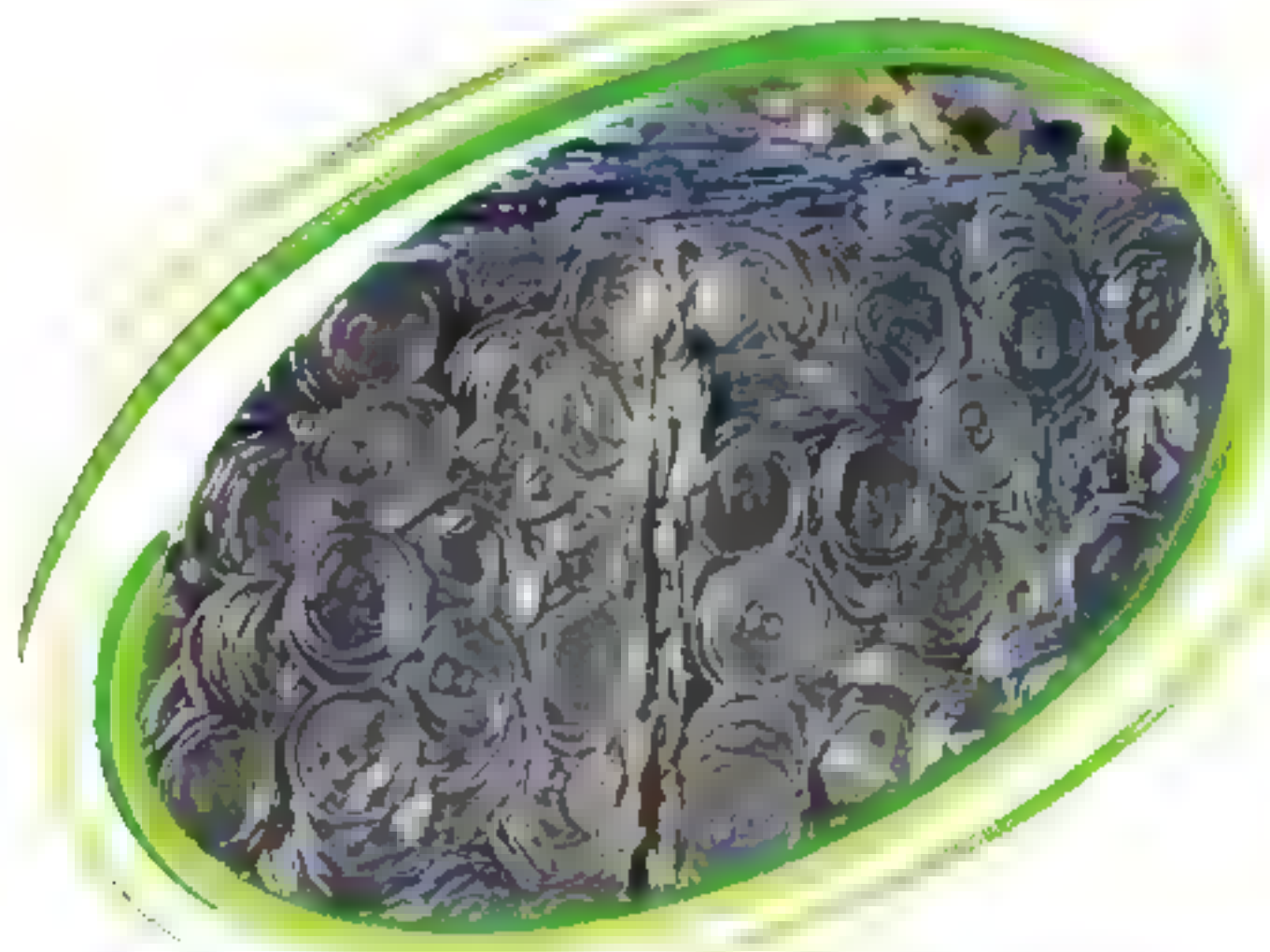




الطريقة الأخرى تكون بشراء العلب المسترجعة من خلال مراكز إعادة التدوير التي تقوم بجمع وفرز النفايات المنزلية القابلة لإعادة التدوير. وفي هذه الحالات يكون الدفع مقابل وزن أو كمية العلب الفارغة. كما يمكن أيضًا إعادة العلب الفارغة من خلال آلة مخصصة لذلك، تسمى (RVM) كما في الشكل ٣-١٣ حيث يحصل المرء عند إدخال العلبة في الآلة على تعويض رمزي مادي أو عيني مثل بطاقة شحن للهاتف المتحرك. وهذه الآلة ليست خاصة بالعلب المعدنية بحسب، بل إنها تستقبل المواد الأخرى كالعلب الزجاجية والبلاستيكية.



أما طريقة إعادة تصنيع معدن الألمنيوم من العلب الفارغة
فإنها تتلخص فيما يلي:
كبس العلب الفارغة وربطها على هيئة حزم كبيرة قابلة
للتخزين (شكل ٣-١٤).



- التأكد من محتوى الرطوبة لتلك المواد، ثم جرشها وتقطيعها على هيئة شرائح صغيرة، ليسهل معالجتها داخل الأفران المهيأة لذلك.
- يتم إدخال تلك المواد إلى فرن ليتم إزالة الأصباغ والرطوبة.
- بعد خروج المواد من فرن إزالة الأصباغ تمر عبر غربال، ليتم فصل الشوائب والأوساخ.
- بعد ذلك يتم إدخال المواد إلى فرن الصهر بحيث تنصهر فيه شرائح علب الألمنيوم عند درجة حرارة تبلغ حوالي ٦٥٠°م. ويتم إضافة خليط من الملح والمواد الأخرى لإزالة الأكاسيد إن وجدت.
- في هذه الأثناء يتم فحص الألمنيوم المصهور للتأكد من جودته كيميائياً.
- يصب الألمنيوم المصهور في قوالب وينتج على هيئة سبائك متوازية المستطيلات، تتراوح أوزانها من ١٠ كجم الى ٢٠ طن.
- تترك هذه السبائك تبرد لتتصلب، ثم يتم تنعيم السطوح العلوية والسفلية لتلك السبائك وتسمى هذه العملية بالسلخ (Scalping).

- يتم ضغط السبائك بين إسطوانتين ضخمتين، وهو ما يطلق عليه عملية «الدرفلة»، حتى يتم إنتاج لفات أو رقائق الألمنيوم بسمك يبلغ حوالي ٢٥ , ١ سم، أما الطول فيمكن أن يتراوح من ٣٠٠-٣٠٠٠ م (شكل ٣-١٥). ويقدر عدد العلب اللازمة لعمل تلك اللفة الضخمة من الألمنيوم بأكثر من مليون علب مشروبات غازية مسترجعة.
- يتم استخدام هذه اللفائف الضخمة من الألمنيوم المعاد تدويره لتصنيع علب جديدة.



• الزجاج

تستخدم منتجات الزجاج في المنزل لأغراض مختلفة مثل الأثاث والأجهزة الإلكترونية وغيرها. وعلى الرغم من أن معظم المنتجات الغذائية في عصرنا الحالي أصبحت تعبأ في علب وقوارير بلاستيكية، إلا أنه لا زال الزجاج يستخدم في مجال تعبئة الغذاء مثل المشروبات الغازية وزيوت الأكل كزيت الزيتون وغيرها. يمكن أن يعاد تصنيع المنتجات الزجاجية المستغنى عنها على هيئة قوارير وحاويات جديدة، كما يمكن أن يستفاد من مخلفات الزجاج بعد جرشها كمواد عازلة على هيئة ألياف زجاجية أو يتم استخدامه لأغراض رصف الطرق كمادة مألئة للإسفلت. وكما هو الحال بالنسبة لإعادة تدوير المواد الأخرى غير الزجاج كالورق والألمنيوم، فإن تصنيع المنتجات الزجاجية من الزجاج المسترجع يؤدي إلى حفظ الموارد الطبيعية والطاقة، ويحد من انبعاث الغازات الضارة بالبيئة كثاني أكسيد الكربون، الذي ينتج من جراء تصنيع الزجاج من خاماته الطبيعية. أما طريقة إعادة تدوير الزجاج فإنها تتلخص فيما يلي:

- بعد عملية التجميع والنقل يتم إزالة الشوائب وفصل الزجاج بناءً على اللون، حيث يفصل الشفاف عن الألوان الأخرى مثل البني والأخضر (الشكل ٣-١٦). أيضًا فإن بعض أنواع الزجاج الخاصة والمعالجة مثل البايركس يجب فصلها عن منتجات الزجاج التقليدية لعدم التوافق بينهما، مما يتسبب في مشكلات فنية في أثناء تنفيذ عملية الصهر في الأفران المخصصة لذلك.



٣-١٧ إعادة تدوير الزجاج

يتم جرش الزجاج لتصغير حجمه ليسهل التعامل معه ومعالجته، ثم تزال الشوائب بعد الجرش مثل الأغشية والملصقات. كذلك يمكن استخدام المغناطيس لفصل أي شوائب حديدية.

يتم إدخال الزجاج المجروش إلى فرن الصهر عند درجة حرارة تبلغ حوالي ١٠٠٠°م.

بعد انصهار الزجاج يتم إعادة تصنيعه، وذلك بقولبته على هيئة منتجات مختلفة كالقوارير.

ويوضح الشكل ٣-١٧ مخططاً لعملية إعادة تدوير الزجاج.



• البلاستيك

خلال العقدين الماضيين، أدى التطور المذهل في عمليات تصنيع مواد الخام للمنتجات البلاستيكية والمعدات التي تستخدم لتشكيلها إلى اكتساح ملحوظ لتلك المواد في مختلف التطبيقات، وذلك بدءاً من مواد التعبئة والتغليف للمواد الغذائية، ومروراً بمعظم التطبيقات المهمة كمواد البناء والتشييد والنقل والأثاث والمواد الإلكترونية والدهانات وغيرها. وأصبحنا نرى أن المواد البلاستيكية أضحت البديل الفاعل للمواد التقليدية: كالخشب والمعدن وغيرها. ويرجع ذلك إلى عدة أسباب منها: تعدد

أنواع المواد البلاستيكية وتوفر المادة الخام، لتصنيع تلك المواد ورخصها، لدى الدول المنتجة للبترول ومشتقاته. هذا بالإضافة إلى تميز تلك المواد بخصائص منافسة للمواد التقليدية، مثل جودة الخصائص الميكانيكية والكيميائية وغيرها، مع خفة الوزن وقابليتها للتصنيع، على هيئة أشكال متعددة عند درجات حرارة منخفضة نسبياً، لتخدم مختلف التطبيقات. وتعد صناعة المواد البلاستيكية من أكبر القطاعات الصناعية حجماً على المستوى العالمي، ففي الولايات المتحدة الأمريكية يعمل أكثر من ١,٣ مليون شخص في تلك الصناعة، بينما تبلغ المبيعات السنوية حوالي ٣٤٥ بليون دولار في السنة. وفي أوروبا توظف صناعة المواد البلاستيكية بما في ذلك صناعة المعدات اللازمة، لتصنيع المواد البلاستيكية أكثر من ١,٥ مليون شخص، ويبلغ حجم الدخل السنوي حوالي ٢٧٥ ألف مليون يورو.

تستحوذ بعض مصانع البلاستيك في المملكة العربية السعودية على حوالي ٦٠ ٪ من مبيعات شركة سابك من المواد البوليمرية^{٢٨}، وهي المواد الخام لتصنيع مختلف المنتجات البلاستيكية، وهذا يؤكد قوة الطلب لرفع الإنتاج، لتغطية الطلب المتزايد من قبل مصانع البلاستيك داخل المملكة.

على الرغم من أهمية صناعة المواد البلاستيكية، ومساهمتها الفاعلة في دعم الاقتصاد العالمي، لعننا نسال عن الأضرار الناتجة

عن الاستهلاك المطرد لتلك المواد في مختلف مناحي الحياة
العصرية. والجواب يكمن فيما يلي:

- إن معظم المواد البلاستيكية المستخدمة في مختلف التطبيقات لها عمر استخدام قصير جداً، لهذا فإنها تصير إلى مواد مهمة (Disposable) ومن ثم فإنها تسهم وبشكل كبير في زيادة كمية النفايات.
- إن المواد البلاستيكية تتصف بقلّة كثافتها النوعية، لذا فإن أوزان قليلة جداً من تلك المواد يكفي لصنع أحجام كبيرة نسبياً، فمثلاً يمكن صنع عبوة مياه بلاستيكية بحجم ٥ لتر، وذلك باستخدام حوالي ١٠٠ غرام فقط من مادة عديد الايثيلين الترفثالاتي PET المستخدمة في صناعات عبوات المياه الشفافة، وهذا له أثر سلبي على المساحات المخصصة لدفن النفايات.
- تعرف المواد البلاستيكية بصعوبة تحللها مقارنة بالمواد التقليدية كالحديد، وهذا يتطلب زيادة في أعداد مدافن النفايات.
- قد يسهم تحلل بعض المواد التي تضاف لتحسين خصائص المواد البلاستيكية عند ردمها إلى إلحاق الضرر بالنظام البيئي.
- إن دفن تلك المواد وعدم الاستفادة منها عبر برامج إعادة تدوير النفايات يعد هدراً اقتصادياً لا مبرر له.

إن مشكلة النفایات البلاستيكية أصبحت تؤرق الكثير من دول العالم، فبينما كانت نسبة النفایات البلاستيكية في الولايات المتحدة الامريكية ١ ٪ من مجموع النفایات البلدية الصلبة في عام ١٩٦٠ م، قفزت هذه النسبة إلى حوالي ١٢ ضعف ما كانت عليه في عام ١٩٦٠ م بحسب تقديرات وكالة حماية البيئة الأمريكية EPA. وبينما بلغ ما تم إعادة تدويره من المواد البلاستيكية حوالي ٣,٥ ٪ في عام ١٩٩٣ م، تفوق نسبة إعادة التدوير للمواد البلاستيكية ٣٠ ٪ بحسب إحصاءات EPA. وتشير إحصاءات ١٩٩٧ م إلى وجود ٧٤٠٠ نقطة لجمع النفایات البلاستيكية (Curb side)، و ١٢٠٠٠ مركز لتجميع تلك المواد (Drop-off centers). في المملكة المتحدة، ازدادت معدلات إعادة تدوير مواد التعبئة والتغليف البلاستيكية من ٨ ٪ في عام ١٩٩٨ م إلى أكثر من ٢٠ ٪ في السنوات القليلة الماضية^{٢٩}. ويوجد في المملكة المتحدة أكثر من ألفي موقع لتجميع ما يقارب ٣٨٧ طن متري من النفایات البلاستيكية في الشهر^{٣٠}.

من أهم المنتجات البلاستيكية التي نتعامل معها بشكل يومي في المنزل، هي علب وحاويات اللبن والحليب ومشتقاته، وحاويات العصير والمياه الغازية، والأطباق والأكواب البلاستيكية، ذات الاستخدام لمرة واحدة. علاوة على ذلك يلاحظ في الآونة الأخيرة اعتماد الناس وبشكل كبير على استخدام المياه المعبأة في المنازل أو في أثناء التنزه في المناطق الصحراوية. وتجدر الإشارة إلى أن منتجات شركة سابك من مادة PET تفوق ٧٣ ألف طن متري في

السنة، وبفرض أن ٦٠ ٪ مما يتم إنتاجه يستخدم لتصنيع علب المياه، فإنه يمكن تحويل ذلك إلى أكثر من ٤٠٠ مليون عبوة سعة ٥ لتر أو ٣٠٠٠ مليون عبوة سعة ٢٣, ٠ لتر.

إن الاستهلاك الكبير لهذه المواد، أي مواد التعبئة والتغليف البلاستيكية، يسهم بدرجة عالية في زيادة كمية النفايات اليومية، حيث إن هذه المواد لها عمر استخدام قصير جداً، ومن ثم يكون مصيرها إلى مرمى النفايات، فحاويات المياه البلاستيكية قد لا يفصل بين تصنيعها ورميها مع النفايات سوى بضعة أيام. بالرجوع إلى الجدول ١-١ يتبين أهم المواد التي تستخدم في تعبئة الغذاء، وتعد المواد البلاستيكية المصنعة من مادتي PET و HDPE الأكثر استخداماً، حيث تشكل نسبة أكثر من ٩٤ ٪ من مجموع النفايات البلاستيكية، حسب التقديرات العالمية والمحلية^١. ويعتقد أن هذا النوع من النفايات البلاستيكية هو الذي يشكل السواد الأعظم من النفايات البلاستيكية البلدية نظراً لأن تلك المواد ترمى بشكل يومي في ظل غياب التشريعات الخاصة بالاستفادة من النفايات وإعادة تدويرها، وخاصة النفايات الاقتصادية: كالمواد البلاستيكية لأغراض التعبئة والتغليف. وقد استغل بعض ضعاف النفوس مثل العمالة الوافدة هذه الثغرة، وقاموا بعمل مصانع غير مرخصة لمزاولة مهنة إعادة التدوير للنفايات بطريقة غير سليمة من شأنها أن تضر باقتصاد البلد والصحة العامة، حيث يمكن أخذ المواد البلاستيكية المستخدمة وصهرها، ومن ثم خلطها مع

المواد البلاستيكية الخام لإنتاج مواد رخيصة الثمن و رديئة، من حيث الجودة، وربما ضارة بصحة المجتمع لو وجدت طريقها إلى تطبيقات حفظ وتعبئة الغذاء.

إن الإدارة الفاعلة للنفايات البلاستيكية المنزلية والتجارية من خلال تطبيق آليات لجمع وفرز تلك المواد من المصدر، وذلك عبر إقامة مراكز إعادة التدوير في الأحياء والمجمعات التجارية والمرافق العامة بمشاركة القطاع الخاص، ربما يسهم في تقليل تكلفة إدارة النفايات البلدية الصلبة، حيث من المعلوم أن مرحلة جمع النفايات تستحوذ على أكثر من ٥٠ ٪ من إجمالي التكلفة. هذا علاوة على التقليل من الكميات الكبيرة من تلك المواد، التي يتم دفنها، وتتطلب مساحات شاسعة نظراً لكبر أحجامها، وأيضاً الخطر المحتمل من جراء تسرب للمواد المضافة للبلاستيك، التي معظمها قد يسبب أضراراً لمكونات البيئة كالتربة والمياه الجوفية.

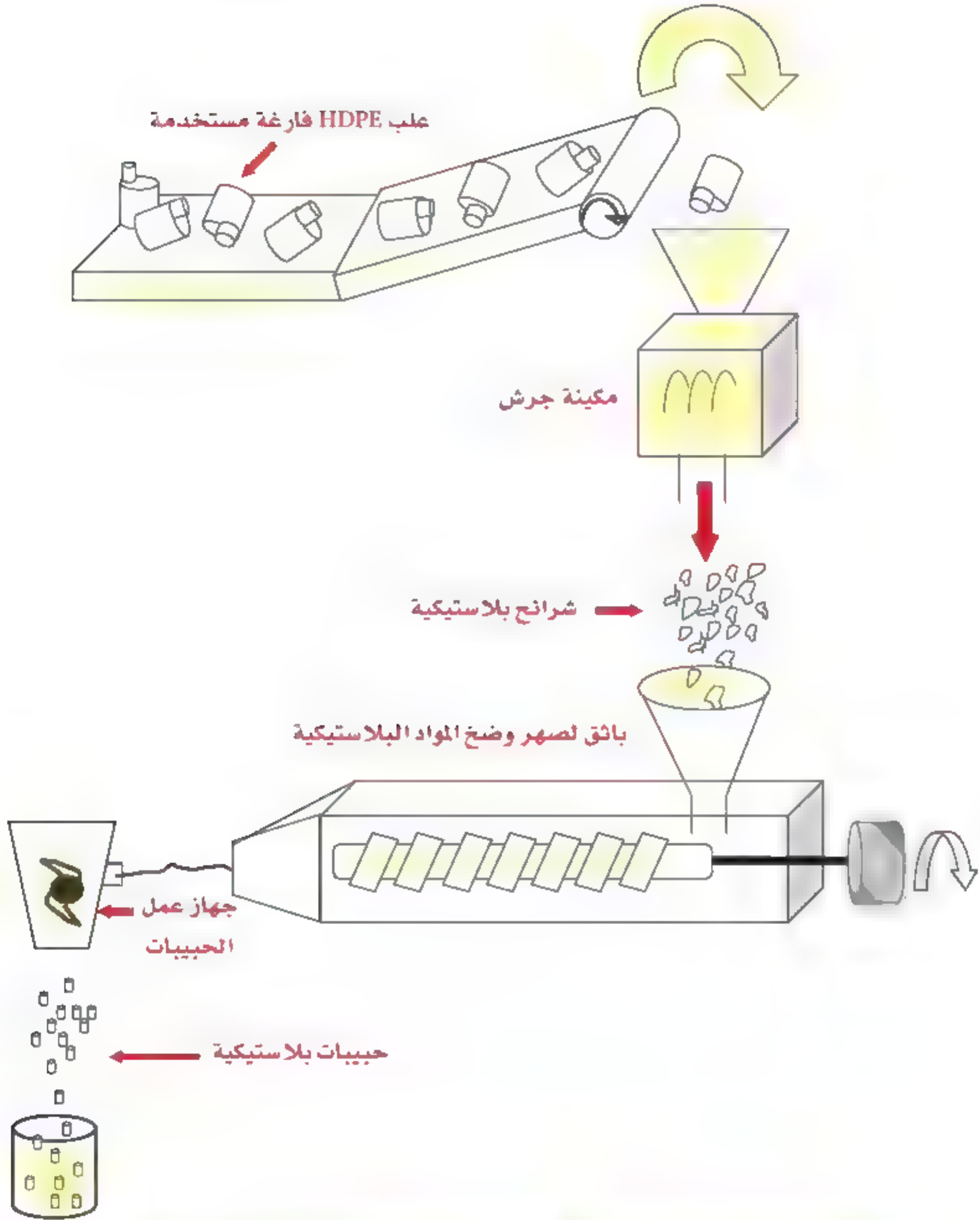
عندما يتم فصل النفايات البلاستيكية عن النفايات المنزلية الأخرى، ويتم نقلها إلى الأماكن المهيأة لإعادة التدوير، فإنها يمكن أن تخضع لإحدى الطرق التالية:

- إعادة التدوير الفيزيائي أو الميكانيكي.
- إعادة التدوير الكيميائي.
- إعادة التدوير لإنتاج الطاقة (Waste to energy).

إعادة التدوير الفيزيائي

يقصد بإعادة التدوير الفيزيائي أو الميكانيكي للنفايات البلاستيكية أن يتم إعادة صهرها، ثم تشكيلها مرة أخرى لمنتجات مختلفة. وبهذه الطريقة لا يحدث للمادة البلاستيكية تغير كيميائي أو استهلاك للمادة من أجل إنتاج الطاقة. تبدأ عملية إعادة التدوير الفيزيائي للنفايات البلاستيكية بتهيئة تلك النفايات، التي تتعدد أشكالها على هيئة علب وحاويات وغيرها، حيث يتم فصل كل منتج بحسب نوعه، استناداً على رمز المادة الموجود على أسفل العلبة أو المنتج. وكمثال لنفترض أننا بصدد إعادة تدوير حاويات اللبن والمياه المصنوعة من مادة عديد الايثيلين مرتفع الكثافة (HDPE)، وهو يحمل الرقم ٢ بداخل مثلث. الخطوة الأولى تكون بالتأكد من عدم وجود شوائب في خط الإنتاج مثل الورق والغبار، وبعد ذلك يتم غسل الحاويات بالماء لإزالة ما يعلق بها من مواد غذائية وغيرها، ثم تجفف بالهواء تمهيداً لتصغير أحجامها باستخدام ماكينات الجرش والتقطيع. بعد ذلك تخرج المواد بعد دخولها لمكينة الجرش على هيئة شرائح صغيرة في حدود ٤-٦ ملم، ويمكن الاكتفاء بهذه المرحلة وتعبئة تلك المواد في أكياس ضخمة مخصصة لذلك، ومن ثم بيعها للمستفيدين أو تصديرها كمواد خام. كما يمكن المضي في معالجة شرائح البلاستيك المنتجة في خطوات لاحقة، يتم فيها صهر تلك الشرائح وضخها كمصهور على شكل ضفائر من خلال فتحة دائرية يتراوح قطرها من ٣-٥ ملم، ليتم بعد ذلك تقطيعها على هيئة حبيبات أسطوانية. بعد ذلك تعبأ هذه الحبيبات في

أكياس لتشكيل المادة الخام لتصنيع منتجات بلاستيكية متنوعة.
يبين الشكل ١٨-٢ مخططاً يوضح هذه العمليات التي تم ذكرها
لإعادة التدوير الفيزيائي لمنتجات مادة HDPE.



إعادة التدوير الكيميائي

في طريقة إعادة التدوير الفيزيائي للنفايات البلاستيكية لا يتم إحداث أي تغيير كيميائي للمادة البلاستيكية، حيث يتم تحويل النفايات البلاستيكية من منتجات كبيرة ومختلفة الأحجام، مثل اللعب والحاويات إلى حبيبات منتظمة الشكل، يمكن استخدامها مرة أخرى كمادة خام لتصنيع منتجات متنوعة دون الحاجة إلى استخدام خامات بلاستيكية جديدة. أما طريقة إعادة التدوير الكيميائي، فإن المادة البلاستيكية يتم تفكيكها بفعل الحرارة المرتفعة جداً وبوجود المواد المحفزة إلى المواد الأولية، التي صنعت منها المادة البلاستيكية أو ما يسمى بالمونوميرات^(*). يمكن بهذه الطريقة أن يتم تحويل النفايات البلاستيكية إلى منتجات مفيدة: كالوقود، وزيوت التشحيم، ومادة الكربون (Carbon black).

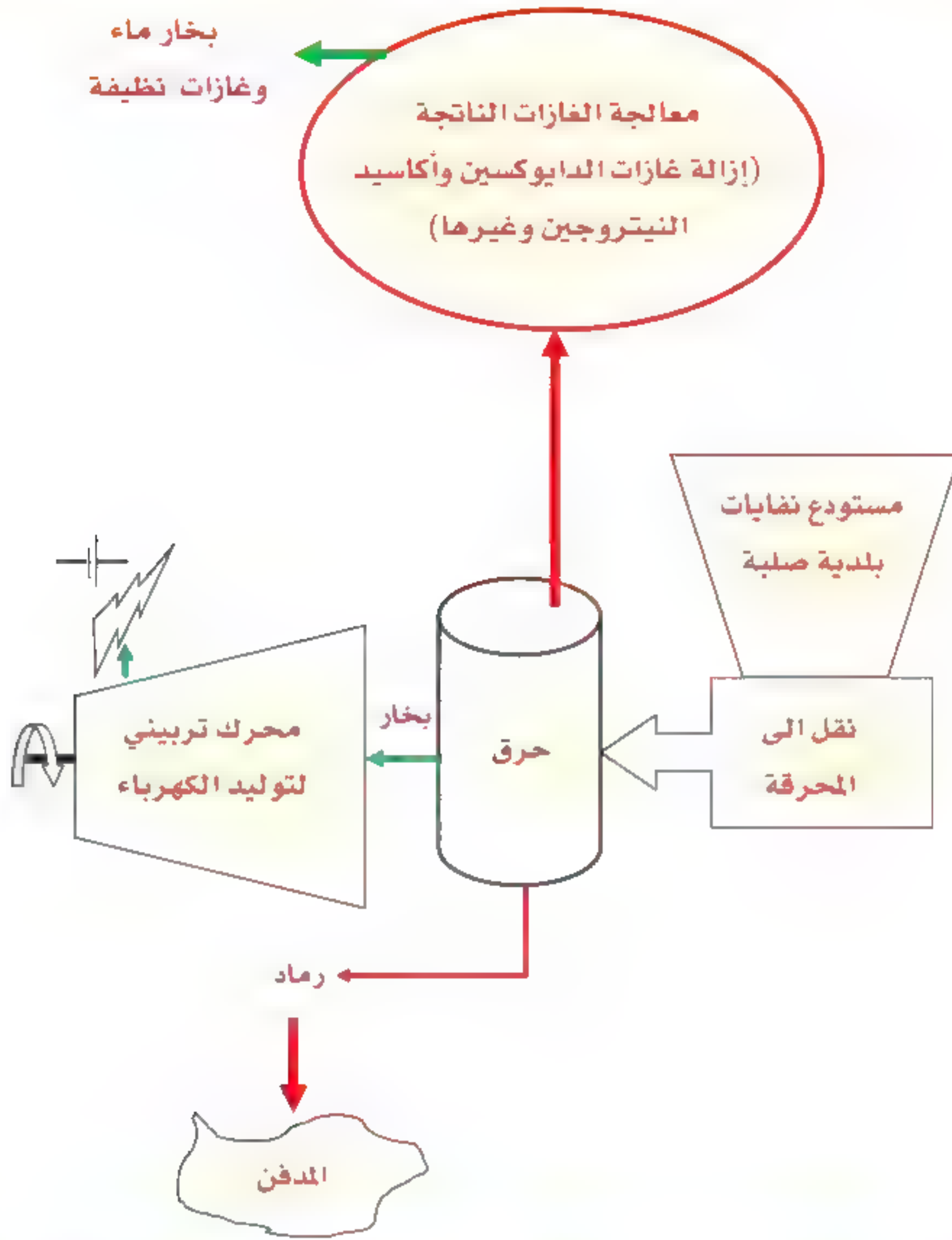
إعادة التدوير لإنتاج الطاقة (Waste to energy)

هذه الطريقة شبيهة إلى حد ما بطريقة إعادة التدوير الكيميائي، إلا أنه لا يتم استرجاع النفايات البلاستيكية على هيئة مواد أولية كالزيوت وغيرها وإنما تترك تلك النفايات البلاستيكية لتحترق تماماً لإنتاج غازات وأبخرة، يتم استغلالها لتوليد الطاقة.

(*) المونومير هو وحدة بناء البوليمر أو المادة البلاستيكية، فمثلاً عديد الستايرين يكون المونومير له هو مركب الستايرين.

ج. المحارق الخاصة بالنفائات لإنتاج الطاقة

إن الهدف الأساس من استخدام المحارق المثالية المخصصة لمعالجة النفائات (Incinerators) هو التقليل من كمية وحجم النفائات التي تدفن بشكل يومي، وكذلك التخلص من أي مكونات قد تضر بالبيئة والصحة العامة، وذلك عن طريق الحرق الكامل. وهناك أغراض أخرى تتحقق بإجراء عملية الحرق المثالي للنفائات، مثل إنتاج الطاقة، وذلك عن طريق إنتاج البخار لتوليد الكهرباء. إن نواتج الحرق هي بالضرورة غازات ورماد، وهنا ينبغي ملاحظة أنه إضافة إلى أن طريقة معالجة النفائات باستخدام المحارق المثالية لا يعد مجدياً اقتصادياً إذا ما قورن بطريقة الدفن، فإنه يوجد أيضاً بعض التبعات لمثل هذه العملية، ومنها احتمال انبعاث بعض الغازات السامة ولو بنسب ضئيلة جداً في أثناء إجراء عملية الحرق، وكذلك فإن الرماد الناتج قد يحتوي على مواد ضارة، مثل المعادن الثقيلة كالرصاص وغيره. وهنا ينبغي التفريق بين هذه الطريقة وطريقة الحرق المفتوح العشوائي، الذي لا يتم في محارق مهياة لمثل هذه العمليات. إن المحرقة المثالية للنفائات لإنتاج الطاقة ينبغي أن تحقق جملة من الشروط، ومنها التخلص التام من النواتج الجانبية الضارة، التي قد تتبع نتيجة عملية الحرق، ومنها غازات أكاسيد النيتروجين والدايوكسين والزئبق، وكذلك الأمطار الحمضية. ويبين الشكل ٣-١٩ مخططاً للعمليات التي تتم في محرقة مثالية.



الشكل رقم (١٢-٥) حرق النفايات لتوليد الطاقة

د. إنتاج الغاز الحيوي من مدافن النفايات

كما أشرنا عند الحديث في أوائل أجزاء هذا الباب عن دفن النفايات في المدافن البلدية، وفي ظل عدم توفر الهواء أو محدوديته تحت الأرض، فإنه يحدث تخمر للنفايات العضوية يكون من نتائجه

توليد بعض الغازات المسؤولة عن ظاهرة الاحتباس الحراري: كغاز الميثان. حيث يمكن في هذه الحالة عمل مصائد لهذا الغاز، واستغلاله بشكل إيجابي بوصفه مصدرًا من مصادر الطاقة والوقود. كما يمكن بناء مفاعلات التخمير لإنتاج الغاز الحيوي كالميثان من خلال تغذية تلك المفاعلات بالنفايات العضوية: كالورق ومتبقيات الطعام وغيرها (شكل ٢-٣).



شكل ٢-٣: مفاعل التخمير

إدارة النفايات المنزلية في المملكة العربية السعودية

لا توجد إحصاءات دقيقة عن كمية النفايات المنزلية وتصنيفها في المملكة العربية السعودية، وذلك نظراً لعدم وجود تشريعات مفعلة تلزم بإعادة تدوير النفايات والحد من التخلص منها في مدافن النفايات البلدية على غرار ما هو معمول به في بعض الدول المتقدمة. يقدر معدل إنتاج الفرد اليومي من النفايات في المملكة العربية السعودية بأكثر من ١,٨ كغم. لابد من الإشارة هنا أن النظام الأساسي للحكم في المملكة العربية السعودية ينص في إحدى مواده على الاهتمام بحفظ البيئة من التلوث. وهذا يعزز أهمية وجود تشريعات تلزم بتطبيق برامج إعادة تدوير النفايات كوسيلة للحد من تلوث البيئة. هناك العديد من الأنظمة والخطط السعودية المتعلقة بحفظ البيئة ومنها النظام العام للبيئة والإستراتيجية الوطنية للصحة والبيئة والخطة التنفيذية لحماية البيئة بمدينة الرياض. وقد نصت الإستراتيجية الوطنية للصحة والبيئة على تشجيع ودعم برامج إعادة تدوير النفايات الصلبة. وحديثاً وافق مجلس الوزراء في السعودية على نظام إدارة النفايات البلدية الصلبة^(*) (ملحق ب). وهذا النظام ينص على ضرورة فصل النفايات البلدية وجمعها ونقلها وفرزها ومعالجتها بالطرق

(*) يمكن الاطلاع على هذا النظام من خلال الموقع الإلكتروني لوزارة الشؤون البلدية والقروية.

السليمة المتبعة دوليًا. ومن المتوقع أن يفعل هذا النظام من خلال إصدار لوائحه التنفيذية. وسينبثق عن هذا النظام بحسب مادته الرابعة إستراتيجية وطنية لإدارة النفائات البلدية الصلبة كإطار لعمل مؤسسي وفني. وقد حدد النظام أيضًا قواعد وإجراءات مزاوله نشاط إدارة النفائات البلدية الصلبة، التي تشكل النفائات المنزلية جزءاً مهماً منها. كما نصت إحدى مواد هذا النظام على منع من لا يملك تصريحاً أن يقوم بجمع وتخزين أو الاستحواذ على النفائات البلدية الصلبة بغرض الاستفادة منها، أو إعادة تدويرها. كما نص النظام على بعض العقوبات لمن يرتكب مخالفات تعرقل سير إدارة النفائات البلدية الصلبة، مثل نبش حاويات النفائات والحرق العشوائي للنفائات لغير المرخص لهم. وحتى يرى المرء هذا النظام واقعاً، فإن النفائات المنزلية في المملكة العربية السعودية لا تزال تدار بالطرق التقليدية، حيث يتم رمي جميع النفائات بمختلف أنواعها في حاوية واحدة أمام المنازل وداخل الأحياء السكنية، ثم يتم نقلها إلى مدافن البلدية. ويوجد بعض الجهود المبعثرة هنا وهناك للإدارة السليمة للنفائات المنزلية وإعادة تدويرها مثل تدوير النفائات في أرامكو السعودية وبعض الأسواق التجارية التي وضعت حاويات لفصل النفائات.

وفي الآونة الأخيرة تم السماح بمنح تصاريح للقطاع الخاص لممارسة عمليات إعادة التدوير للنفائات، ففي مدينة جدة يتم فرز النفائات البلاستيكية، ولكن ذلك يجري عند المدفن، وهو بلا شك

غير حضاري وغير مجدي اقتصاديًا، حيث لا بد من تفعيل المشاركة بين القطاع الحكومي ممثلًا في أمانات المدن والقطاع الخاص من خلال مصانع المواد البلاستيكية، وذلك بإنشاء مراكز لتجميع وفرز النفايات البلاستيكية قبل أن تختلط بالنفايات الأخرى في الأحياء والمجمعات السكنية. وقد قامت مدينة الملك عبدالعزيز بتنفيذ مشروع بحثي حول إعادة تدوير النفايات البلاستيكية المنزلية، كما هو موضح في الملحق ج.

وقد أدى رخص ثمن المواد الخام لتصنيع تلك المواد بكميات هائلة، وعدم احتسابها من ضمن تكلفة المنتج الغذائي، وغياب الأنظمة التي تلزم بعدم رميها مع المخلفات العامة، أدى ذلك إلى عدم الاكتراث بها من قبل المستهلكين، ورميها في حاوية النفايات وفي الطرقات والشوارع والمتنزهات وغيرها. إن المسؤولية مشتركة بين القطاع الحكومي ممثلًا بأمانات المدن التي تتعامل مباشرة مع النفايات الصلبة، وتقوم بإدارتها والقطاع الخاص من خلال مصانع المواد البلاستيكية. ولكن في ظل عدم وجود تشريعات تجبر القطاع الخاص على المشاركة لن يكون هناك جدوى من خلال منح التصاريح فقط، فالحالة الراهنة لإدارة النفايات البلدية الصلبة غير مشجعة لمشاركة القطاع الخاص من ناحية اقتصادية نظرًا لعدم تطبيق سياسة فصل النفايات البلاستيكية من المصدر.



4

اقتصاديات النفايات المنزلية



تختلف اقتصاديات النفايات المنزلية بحسب الإدارة المطبقة للتعامل مع تلك النفايات، ففي البلدان المتقدمة صناعياً كدول الاتحاد الأوروبي واليابان والولايات المتحدة الأمريكية تتحكم عدة عوامل في تحديد تلك الاقتصاديات مثل التشريعات الخاصة بإعادة تدوير النفايات، وكذلك الرسوم التي تفرض على جمع ونقل ومعالجة النفايات المنزلية. أما في البلدان التي لا تطبق إدارة فاعلة للتخلص السليم من النفايات المنزلية، فإن الناحية الاقتصادية تنحصر في تكلفة جمع تلك النفايات من المنازل من قبل مؤسسات أو أفراد، وتمثل في مقابل مادي أو مقايضة بما تحويه النفايات من مواد قابلة لإعادة التدوير. هذا بالإضافة إلى تكلفة التخلص من تلك النفايات أما بالدفن الذي يتطلب مساحات شاسعة من الأراضي أو بالحرق. وفي البلدان التي تتكفل فيها الحكومة بإدارة النفايات المنزلية، كما هو الحال في المملكة العربية السعودية فإنه لا يوجد أي رسوم تفرض على الساكنين مقابل التخلص من نفاياتهم المنزلية. إن عدم وجود رسوم على التخلص من النفايات المنزلية ربما يؤدي إلى زيادة في كميات النفايات المنتجة بشكل يومي. كذلك فإن زيادة دخل الأسرة ربما تؤدي إلى زيادة في كمية النفايات المنتجة يومياً. وفي مدينة كبيرة كمدينة الرياض تقدر تكاليف النظافة، ومنها التخلص من النفايات المنزلية بحوالي نصف مليون ريال في اليوم.

وهنا لا بد من الإشارة إلى وجود علاقة تقايض (Tradeoff relationship) بين الناحيتين الاقتصادية والبيئية عند التعامل مع إدارة النفائات واستغلالها، ففي ظل الوضع الراهن في المملكة العربية السعودية من حيث غياب التشريعات التي تلزم بتطبيق إدارة فاعلة للنفائات البلدية، بحيث يكون من الواجب فصل تلك النفائات من المصدر وإنشاء نقط ومراكز تجميع وتدوير تلك النفائات، فإن الكفة في علاقة التقايض ترجح لصالح الناحية الاقتصادية على حساب حماية البيئة من جراء الدفن الجائر لتلك النفائات، أي أن عملية التدوير غير مجدية اقتصاديًا. ومن شأن سن تشريعات لإعادة تدوير النفائات المنزلية أن تفعل وتحدد دور القطاع الخاص في المساهمة في الاستغلال الأمثل لتلك النفائات من الناحيتين البيئية والاقتصادية، وهذا سيغير من علاقة التقايض إلى علاقة موازنة، أي استغلال أكبر قدر من تلك النفائات بطريقة مجدية اقتصاديًا، وتقليل ما يتم دفنه لحفظ البيئة من التلوث.

في هذا الباب سيتم التطرق لتكلفة إدارة النفائات المنزلية والمردود الاقتصادي المرتقب من جراء الاستفادة من النفائات بمختلف أشكالها عبر الطرق المتعددة لإعادة التدوير وغيرها.

تكلفة إدارة النفائات المنزلية

تنحصر اقتصاديات النفائات المنزلية في تكلفة التجميع والنقل والتخلص من تلك النفائات عبر الطرق المتبعة: إعادة التدوير،

والحرق، والدفن. من المتعارف عليه أن يقوم صاحب المنزل بدفع رسم شهري للجهة التي تقوم بجمع ونقل ومعالجة النفايات المنزلية بمختلف أشكالها، وفي هذه الحالة يكون من المجدي - للتقليل من التكلفة بالنسبة لصاحب المنزل - أن يتم فصل المواد القابلة لإعادة التدوير ومناولتها للجهات المستفيدة عبر برامج إعادة التدوير الرصيفي (curbside) أو مراكز إعادة التدوير (Drop-off centers) في المجمعات السكنية والتجارية أو بالقرب منها. يتم نقل النفايات المنزلية إلى المدفن البلدي بواسطة شاحنات مجهزة تكون تكلفتها من ضمن رأس المال للجهة التي تقوم بإدارة النفايات البلدية الصلبة. هذا بالإضافة إلى التكاليف الأخرى المتعلقة بتلك الشاحنات كتكلفة الصيانة الدورية واستبدال الشاحنات القديمة بأخرى حديثة. ويدخل من ضمن تكلفة إدارة النفايات المنزلية أيضاً بناء المدفن المناسب لتلك النفايات. إن تجهيز وصيانة مدافن النفايات البلدية يعد مكلفاً اقتصادياً إذا تم اتباع الاشتراطات الصحية والبيئية لتلك المدافن، ومنها شرط تبطين منطقة الدفن بمادة بلاستيكية غير منفذة للسوائل والغازات، وكذلك تجميع ما يرشح من سوائل ومعالجته لضمان عدم تسربه إلى طبقة المياه الجوفية وغيرها من الاشتراطات الأخرى، التي تسهم في زيادة التكلفة. وعلى الرغم من أن الحرق السليم للنفايات بواسطة المحارق المخصصة لذلك يعد من إحدى الطرق الناجحة للاستفادة من النفايات وتقليل حجم وكمية ما يدفن من تلك النفايات بشكل يومي، إلا أن هذه الطريقة

تعد تكلفة جدًا إذا اخذنا في الاعتبار كمية الطاقة اللازمة لتشغيل تلك المحارق، وكذلك الكميات المهولة من الرماد المتخلفة من جراء عملية الحرق التي تتطلب معالجة خاصة لخطورته على البيئة والصحة. في بعض الحالات ربما يكون حرق النفائات مجددًا إذا اعتبرنا محدودية الأراضي المتاحة للدفن وارتفاع سعر الشراء لتلك الأراضي، وهذا ينطبق على البلدان ذات الكثافة السكانية المرتفعة كاليابان وبعض بلدان الاتحاد الأوروبي. وبما أن المحارق تتطلب كميات مهولة من النفائات لإنتاج الطاقة، وذلك في البلدان التي تقتقر إلى المصادر الرخيصة للطاقة: كالوقود الاحفوري، فإنه لا بد من إجراء موازنة بين عائد استخدام تلك النفائات لإنتاج الطاقة أو للتقليل من كمية وحجم النفائات التي تدفن يوميًا، وما ينجم عن ذلك من احتمال تلوث الهواء بالغازات السامة والرماد، وبين استغلال بعض تلك النفائات عن طريق إعادة تدويرها. وفي بعض البلدان المتقدمة يتم فرض ضرائب على تصنيع المنتجات من المواد الخام البكر، وذلك من أجل التشجيع على استخدام المواد المعاد تدويرها لتصنيع مختلف المنتجات. ومن الوسائل المجدية اقتصاديًا لتشجيع عملية تدوير النفائات أن يتم فرض رسم تأميني على بعض مواد تعبئة وتغليف المنتجات، مثل العلب الزجاجية والبلاستيكية، بحيث يسترد مبلغ التأمين عند إعادة العبوة، وكذلك فإن دفع مبلغ رمزي مقابل إعادة العبوة لإعادة التدوير يشجع أفراد المجتمع على المشاركة الفاعلة في عملية إعادة تدوير النفائات، ويحفظ الموارد الطبيعية بالتقليل من استهلاك المواد الخام حديثة التصنيع.

اقتصاديات إعادة تدوير النفايات المنزلية

إن عملية إعادة تدوير النفايات بشكل عام مكلفة اقتصاديًا، لأنها تحتاج إلى تجهيزات ويد عاملة، وربما مصانع مجهزة بالمعدات اللازمة لإجراء عمليات التدوير المختلفة. لكن من شأن إصدار مراسيم وتشريعات حكومية أن تقلل من التكلفة، وذلك مثل فرض غرامات على إلقاء المواد القابلة لإعادة التدوير: كالورق والزجاج مع النفايات البلدية الأخرى. كذلك إذا أخذت عملية التدوير في إطار حفظ البيئة من التلوث بالغازات والرماد التي تنشأ عن عملية حرق النفايات، وكذلك حفظ الموارد الطبيعية باستعمال مواد معاد تدويرها بدل المواد الخام الجديدة، فإن ذلك ربما يصنع نوعًا من الموازنة المقبولة، كما تم تفصيل ذلك عند الحديث عن تكلفة إدارة النفايات المنزلية. من هذا المنطلق يعرف الاقتصاديون معيارًا يحدد جدوى إعادة تدوير بعض المواد الشائعة: كالورق والزجاج والمعدن والبلاستيك. هذا المعيار هو نسبة العوائد غير الاقتصادية مثل النواحي البيئية إلى تكلفة إعادة التدوير. وجد أن هذا المعيار أكبر من الواحد في حال إعادة التدوير للورق والمعادن كعلب المشروبات المصنعة من الألمنيوم، بينما في حال إعادة تدوير الزجاج والبلاستيك فإن التكلفة تطفئ على العوائد غير الاقتصادية أو الاجتماعية^{٢٢-٢٣}.

وتضع بعض الدول المتقدمة كالولايات المتحدة الأمريكية والمملكة المتحدة وألمانيا نسباً مستهدفة لما يجب إعادة تدويره من النفائات المنزلية، بحيث تتراوح تلك النسب من ٢٠٪ إلى أكثر من ٥٠٪. ومن أجل تحقيق تلك النسب فإن الحكومات تقوم بفرض ضرائب على دفن النفائات، وفي الوقت نفسه تمنح عوائد لبرامج إعادة التدوير^{٣٤}، كذلك تقوم بعض الدول بتطبيق نظام التأمين (Deposit-refund) على معلبات المشروبات كما هو الحال في أستراليا وكندا وفرنسا وغيرها. وفي ألمانيا يتم تطبيق نظام التأمين على حاويات الدهانات والمنظفات كالصابون^{٣٤}. وتتميز بعض الدول الإسكندنافية والأوروبية كالسويد وسويسرا وألمانيا بالصرامة في قوانين إعادة التدوير، حيث إن نسبة ما يتم دقته من النفائات في تلك البلدان يعد قليلاً بالمقارنة مع البلدان الأخرى. وفي ألمانيا على سبيل المثال يوجد قانون يلزم من يقوم بتصنيع منتج ما كعلبة مياه مثلاً أن يتحمل تكاليف إعادة تدوير هذا المنتج بعد بيعه لتجار التجزئة أو مباشرة للمستهلك.

تتباين تكلفة تجميع ومعالجة النفائات بحسب النظام المستخدم لذلك. فبينما تكون تكلفة التجميع مرتفعة في نظام إعادة التدوير الرصيفي (Curbside) نظراً لكثرة الحاويات التي تتطلب عدد كبير من العمالة لجمعها، نجد أن تكلفة التجميع في مراكز إعادة التدوير (Drop-off centers) تكون منخفضة نسبياً لكن في الوقت نفسه تعاني تلك الطريقة من الشوائب التي تحتاج إلى

معالجة خاصة. كذلك فإن نسبة المشاركة في إعادة التدوير عبر مراكز إعادة التدوير تكون منخفضة مقارنة بطريقة إعادة التدوير الرصيفي، وذلك لبعد تلك المراكز نسبيًا عن المنازل. ولكي تكون عملية إعادة التدوير لأي منتج قابل لإعادة التدوير كالزجاج مجديًا اقتصاديًا فلا بد من أن تكون عوائد بيع المنتج بعد إعادة التدوير أكبر من تكلفة التجميع والمعالجة لذلك المنتج.

يوجد بعض الطرق الأولية ذات الجدوى الاقتصادية التي يمكن اتباعها لإعادة تدوير بعض النفايات البلاستيكية، ومنها طريقة إعادة التعبئة. حيث يلاحظ أن كثيرًا من العبوات البلاستيكية المستخدمة لتعبئة المواد غير الغذائية: كالمنظفات المنزلية وغيرها يمكن إعادة استعمالها مرات عديدة دون الحاجة إلى استخدام عبوات جديدة، وذلك نظرًا لعدم وجود خطورة صحية من جراء إعادة التعبئة، وهذا ينطبق أيضًا على مجالات أخرى، يستخدم فيها البلاستيك للتعبئة، مثل المبيدات في الزراعة. لذا يقترح عند شراء مواد تعبئة في حاويات بلاستيكية لغير أغراض الغذاء مثل المنظفات الشخصية والمنزلية وخلافها، أن يفرض نوع من التأمين يسترد عند إرجاع العبوة للبائع (مراكز البيع)، ومن ثم تؤخذ إلى المصنع لتتم إعادة التعبئة وبيعها مرة أخرى دون الحاجة إلى تصنيع مواد جديدة أو إعادة تصنيع تلك المواد بعد استرجاعها من النفايات، والذي يمكن أن يكون غير مجدي اقتصاديًا نظرًا للتكلفة المتوقعة من العمليات التي تسبق تصنيع العبوات، مثل

التجميع والفرز وتحويلها إلى شرائح وحبيبات بالجرش، أيضاً قد يؤدي تكرار عملية إعادة التدوير إلى تدني في الخواص الكيميائية والفيزيائية لتلك المواد.

كذلك من الأمثلة الأخرى عبوات زيت السيارات البلاستيكية، التي تصنع من مادة HDPE (شكل ٤-١)، وهي ينطبق عليها ما ينطبق على مواد التعبئة والتغليف البلاستيكية، أي أنها ذات عمر استخدام قصير جداً، فبمجرد أن تفرغ من محتواها وهو زيت التشحيم، فإنها ترمى وتختلط مع النفائات البلدية الأخرى. وقد قدرت دراسة كمية ما يتم رميه من تلك العبب بحوالي ٢٨ ألف عببة في اليوم في مدينة الرياض^{١٦}. وبما أن معظم محطات الوقود والتشحيم تجلب ما تحتاجه من الزيوت عن طريق موزع، لذا يمكن للعاملين في المحطات أن يعيدوا العبب الفارغة إلى الصناديق التي جلبت فيها، ومن ثم تعطى للموزع ليتم إعادة تعبئتها بدل رميها، أو حتى لو فرض أنها ستخضع لعملية إعادة تدوير، فإن ذلك سيتطلب إزالة بقايا الزيت منها، ومن ثم معالجتها، وهي عملية غير اقتصادية، وليس لها مبرر، إذ لا فرق بين العبوات الجديدة وتلك العبوات التي تم تفريغ الزيت منها، حيث إنها ستعبأ بالمادة نفسها - أي الزيت - علاوة على أنها لا تدخل في تطبيقات تعبئة الغذاء، وليس لها أي علاقة قد تؤثر على الصحة والبيئة. وإعادة التعبئة يعد عملية مجدية اقتصادياً في هذه الحالة، لأنه يساهم في حفظ المادة الخام، ويلغي الحاجة إلى إعادة تصنيع تلك العبوات للغرض

نفسه. وكذلك فإن إعادة التعبئة لتلك العبء سيجنب مدافن النفايات البلدية، تلك الكميات الهائلة ذات الأحجام الكبيرة من تلك العبء البلاستيكية. كذلك ينبغي التنويه إلى بعض النفايات البلاستيكية المفضلة من ناحية إعادة التدوير، مثل عبوات المياه المصنعة من مادتي PET و HDPE، فهي لا تحتاج إلى أي عمليات لتنظيفها من محتواها، كما هو الحال في العبوات الأخرى كعبء الألبان والعصائر والزيوت وغيرها. لذا يمكن كأولوية استهداف تلك المواد واستغلالها: إما محلياً بتحويلها إلى صناعات مفيدة: كالأثاث البلاستيكي أو تصديرها للدول التي تفتقر إلى الثروة البترولية، ولديها طلبات ملحة للحصول على تلك المواد.



البيرونية، ولديها طلبات ملحة للحصول على تلك المواد.

شرح المصطلحات والرموز

PHAHs	Polyhalogenated aromatic hydrocarbons
CDDs	Polychlorinated dibenzo-p-dioxin
CDFs	Dibenzo-Furans
PCBs	Biphenyls
RVM	Reverse vending machine
TDI	Toluene di-isocyanate
Haz-Mat	Hazardous materials
EPA	Environmental protection agency
GW	Global warming
PET	Polyethylene-terephthalate
PETE	Polyethylene-terephthalate
HDPE	High density polyethylene
LDPE	Low density polyethylene
PP	Polypropylene
PS	Polystyrene
WW	Waste water
PC	Polycarbonate
ABS	Acrylonitril-butadiene-styrene

HIPS	High impact polystyrene
CRT	Cathode ray tube
DVD	Digital video disc
CD	Compact disc
MSDs	Materials safety data sheet
VOC	volatile organic compounds
SER	Specific emission rate
MSW	Municipal solid waste
EP-g-MA	Ethylene-propylene-grafted-maleic anhydride



ملحق (أ)

بطاقة معلومات سلامة مادة (Material safety Data sheet (MSDS

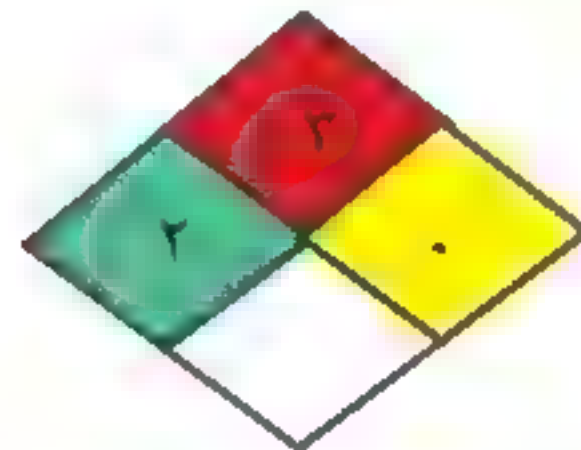
١. هوية المادة (المنتج) والشركة المصنعة

اسم المنتج: ديتول

رقم التسجيل (CAS #):

الاستعمال: مطهر

الشركة المصنعة:



الصحة ٢
الاشتعال ٣
الخطورة الفيزيائية ٠

دلالة الرمز
٠ قليل التأثير
١ خفيف
٢ متوسط
٣ قوي
٤ بالغ التأثير

٢. هوية الخطورة

تحذيرات:

- للاستعمال الخارجي فقط
- تجنب استخدامه على العينين أو منطقة واسعة من الجسم
- توقف عن الاستعمال إذا كان هناك تحسس في الجسم
- يحفظ بعيداً عن الأطفال

تأثيرات صحية على المدى القصير

قنوات التعرض: العين، الجلد، الاستنشاق، البلع.

الأعراض: تهيج العين والجلد. في حال حدوث تهيج واحمرار في الجلد يجب التوقف عن الاستخدام كمظهر. لا يتوقع حدوث استنشاق لتلك المادة.

٣. التركيب والمكونات

المكونات	رقم التسجيل CAS #	النسبة
كلوراكسيلينول	٨٨-٠٤-٠٠	١٠-٢,٥
زيت الصنوبر	٢-٠٩-٨٠٠٢	١٠-٢,٥
ايزوبروبانول	٠-٦٣-٦٧	٢٠-١٠

٤. إجراءات الإسعافات الأولية

- **التلامس مع العينين:** اغسل العينين بالماء، وقم بإزالة العدسات اللاصقة إن وجدت، ثم كرر غسل العينان بماء وافر لمدة كافية.
- **الجلد:** إذا حدث للجلد تحسس واحمرار نتيجة استخدام المنتج كمظهر فيجب التوقف عن الاستخدام مباشرة.
- **الاستنشاق:** إذا حدث اختناق أو صعوبة في التنفس فيجب الذهاب للمستشفى فوراً.
- **البلع:** في حال ابتلاع أي كمية من هذا المنتج فيجب التوجه للمستشفى فوراً واصطحب البيانات الكاملة عن المنتج لمساعدة الطبيب في تشخيص الحالة.

٥. إجراءات الحريق والإطفاء

- خواص الاشتعال: قابل للاشتعال.
- وسائل الإطفاء: ثاني أكسيد الكربون، رغوة وكيمائيات جافة.
- نواتج احتراق خطيرة: أكاسيد الكربون وغيرها.
- الحساسية لتفريغ شحنات الكهرباء الساكنة: لا تتوفر بيانات.

٦. إجراءات إخلاء الحوادث

- احتياطات السلامة الشخصية: يفضى أي تجمع عند موقع الحادث، كما يتجنب المشي على المادة المنسكبة أو لمسها.
- طرق الاحتواء: يجب وقف التسرب أولاً، ومنعه من الدخول لمجري المياه أو المناطق الضيقة.
- التنظيف: يجب الرجوع إلى التحذيرات المعطاة في هذه البطاقة قبل الشروع في تنظيف المادة المنسكبة. يمكن تنظيف الكمية القليلة بمادة خاملة كالإسفنج، ووضعه في وعاء وإحكام إغلاقه لحين التخلص منه.

٧. المناولة والتخزين

- يجب الحذر عند نقل ومناولة تلك المادة، حتى لا يقع تلامس مع الجلد وأجزاء الجسم الأخرى.

- تحفظ في وعاء محكم الإغلاق، وبعيداً عن مصدر حرارة أو لهب.
- تخزن عند درجة حرارة حوالي ٢٥°م.

٨. وسائل الحماية الشخصية

- التهوية الجيدة مطلوبة. كما يفضل غسل اليدين والوجه بالماء والصابون بعد استخدام تلك المادة.
- العينان والوجه: تجنب تلامس المادة مع العينين. عند مباشرة حادث انسكاب لتلك المادة فيجب على من يباشر الحادث من المختصين أن يرتدوا نظارات واقية وسترة للوجه.
- أعضاء الجسم الأخرى كالأيدي والجلد: يجب ارتداء قفازات واقية وسترة وقاية للجسم تكون غير منفذة للسوائل، وكذلك يجب ارتداء أحذية سلامة.

٩. الخواص الكيميائية والفيزيائية(*)

(*) هذا البند وغيره مثل بيانات السمية والأثر البيئي وطريقة التخلص من المادة لم يعط لعدم أهمية ذلك للقارئ العادي.

ملحق (ب)

نظام إدارة النفايات الصلبة في المملكة العربية السعودية



نظام إدارة النفايات البلدية الصلبة

الفصل الأول

الهدف ونطاق التطبيق والتعريفات

المادة الأولى ،

يهدف هذا النظام إلى وضع إطار عمل متكامل لإدارة النفايات البلدية الصلبة.

المادة الثانية ،

مع مراعاة ما تقتضي به الأنظمة الأخرى، يطبق هذا النظام على جميع العمليات المتعلقة بفصل النفايات البلدية الصلبة، وجمعها، ونقلها، وفرزها، ومعالجتها، والتخلص منها بطرق آمنة.

المادة الثالثة ،

يقصد بالكلمات والعبارات الآتية - أينما وردت في هذا النظام - المعاني المبينة أمام كل منها، ما لم يقتض السياق خلاف ذلك :

الوزارة : وزارة الشؤون البلدية والقروية.

الوزير : وزير الشؤون البلدية والقروية.

الأجهزة المختصة : الأمانات، والبلديات، والمجالس البلدية.

الجهات ذات العلاقة : الوزارات والمؤسسات الحكومية التي لها علاقة بالنظام.

المقاول : الشخص ذو الصفة الطبيعية أو الاعتبارية المتعاقد مع الوزارة، أو الأجهزة المختصة في إدارة النفايات البلدية الصلبة.

منتج النفايات : الشخص ذو الصفة الطبيعية أو الاعتبارية المنتج للنفايات البلدية الصلبة.

النفايات البلدية الصلبة : جميع المواد التي يتم رميها أو التخلص منها ، ولا تكون ذات فائدة لمنتجها ، كالنفايات المنزلية، ونفايات البناء والهدم، والنفايات التجارية، والإدارية،



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



المملكة العربية السعودية
 هيئة الخبراء بمجلس الوزراء

الرقم :
 التاريخ : / / ١٤
 المرفقات :

والصناعية ، والنفايات الخضراء ، والمبشرات ، ونفايات الرعاية الصحية ، ولا تشمل النفايات الصناعية الخطرة ، أو نفايات الرعاية الصحية الخطرة.

النفايات التجارية والإدارية : النفايات المنتجة من المحلات ، والأسواق ، والمراكز التجارية ، والمطاعم ، ومراكز التسوق ، والمراكز الترفيهية ، والفنادق ، وجميع المنشآت الإدارية ، مثل : المدارس ، والجامعات ، والوزارات ، والمكاتب الإدارية المختلفة.

النفايات الخضراء : النفايات المنتجة من الحدائق والمتنزهات العامة والخاصة ، ويكون مصدرها المسطحات الخضراء ، والحشائش والأشجار ، وتلك الناتجة من أعمال التقليم والصيانة.

النفايات ذات الحجم الكبير : جميع أنواع النفايات التي هي بطبيعتها ذات حجم كبير ، ويصعب جمعها مع مكونات النفايات البلدية الصلبة الأخرى ، مثل : أجزاء السيارات ، وجذوع الأشجار ، وقطع الأثاث ، والأجهزة الكهربائية المنزلية.

نفايات البناء والهدم : نفايات البناء والانقاض الناتجة من أعمال الإنشاءات والصيانة والهدم والتسوية ، وكذلك نفايات المواد الناتجة من تعبيد الطرق وغيرها.

النفايات الصناعية الخطرة : النفايات الناتجة من الأنشطة الصناعية التي قد تحتوي على مواد مذيبة ، أو مواد مذيبة للشحوم ، أو الزيوت ، أو مواد مشعة ، أو مواد ملوثة (أحبار) ، أو رواسب عجيبة (حمأة) ، أو أحماض وقلويات ، أو مواد أو نفايات صناعية أخرى غير النفايات البلدية الصلبة.

نفايات الرعاية الصحية الخطرة : النفايات التي تنتج من المنشآت التي تقدم خدمات الرعاية الصحية المختلفة ، والمختبرات ومراكز الأبحاث الطبية ، وإنتاج الأدوية والمستحضرات الدوائية واللقاحات ، ومراكز العلاج البيطري ، ومن العلاج والتمريض في المنازل ، وتنتج جميعها من مصادر ملوثة أو محتمل تلوثها بالعوامل المعدية ، أو الكيميائية ، أو المشعة ، وتشكل خطراً على الصحة العامة والبيئة أثناء إنتاجها ، أو جمعها ، أو تداولها ، أو تخزينها ، أو نقلها ، أو التخلص منها.



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



المملكة العربية السعودية
مجلس الوزراء

المرقم : / / ١٤٢٥ هـ

التاريخ : / / ١٤٢٥ هـ

المرفقات : / / ١٤٢٥ هـ

إدارة النفايات البلدية الصلبة : مباشرة عمليات الفصل ، والجمع ، والنقل ، والتخزين ، والفرز ، وإعادة التدوير والمعالجة ، والتخلص النهائي من النفايات ، بما في ذلك الإشراف على هذه العمليات والعناية اللاحقة في مواقع التخلص النهائي ، وكذلك الدراسات والبحوث التي تجرى على أي من هذه العمليات.

الفصل في المصدر : فصل مختلف أنواع النفايات البلدية الصلبة التي يمكن إعادة استخدامها أو تدويرها ، وذلك في أماكن تولدها.

الجمع : جمع النفايات البلدية الصلبة من نقاط التجميع بواسطة الشاحنات والآليات المخصصة لذلك.

النقل : نقل النفايات البلدية الصلبة بوسائل النقل المعتمدة إلى المحطات الانتقالية ، أو منشآت الفرز والمعالجة ، أو المدافن الصحية.

الفرز : فصل مكونات النفايات البلدية الصلبة عن بعضها ، مثل : الورق ، والزجاج ، والمعادن ، وغيرها من المكونات في المحطات الانتقالية ، أو منشآت الفرز والمعالجة ، وذلك بقصد إعادة تدويرها ، أو معالجتها.

إعادة التدوير : تهيئة مواد النفايات البلدية الصلبة من أجل استرجاعها ، أو إعادة استخدامها مواد خام أولية في عمليات التصنيع.

المعالجة : إحداث تغيير في خصائص النفايات البلدية الصلبة بعد فرزها ، من أجل تقليل حجمها ، أو تسهيل عمليات التعامل معها عند إعادة استخدامها ، أو تدويرها.

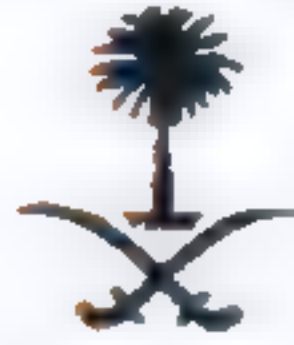
التخزين : حفظ مكونات النفايات البلدية الصلبة ، أو بعضها ، للاستفادة منها لاحقاً .

التخلص النهائي من النفايات البلدية الصلبة : إيداع النفايات البلدية الصلبة - التي لا يمكن الاستفادة منها ، أو إعادة تدويرها - في المدافن الصحية.

المحطات الانتقالية : المنشآت التي يتم استخدامها جزئياً أو مرحلة من مراحل عملية نقل النفايات البلدية الصلبة إلى مواقع ومنشآت معالجة أو فرز النفايات ، أو إلى مواقع التخلص النهائي : من أجل تقليل تكلفة النقل.



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



المملكة العربية السعودية
مجلس الوزراء

الرقم : _____
 التاريخ : ____ / ____ / ١٤ ____ هـ
 المرفقات : _____

منشآت الفرز والمعالجة : منشآت تنقل إليها النفايات البلدية الصلبة ؛ لفرز مكوناتها، ومعالجتها، وتجهيزها لإعادة الاستخدام أو كمواد خام تدخل في عمليات الصناعة.
المدفن الصحي : منشأة أرضية تدفن فيها النفايات البلدية الصلبة طبقاً للمعايير الفنية المعتمدة؛ للتخلص من آثارها الضارة بالصحة العامة والبيئة.
الحرق : إشعال مكونات النفايات البلدية الصلبة؛ للتخلص منها، وذلك بطريقة الإشعال بالحرق المفتوح ، أو بطريقة الحرق المحكوم في أفران خاصة (الترميد) سواء باسترجاع الطاقة، أو بدونها.
النظام : نظام إدارة النفايات البلدية الصلبة.
اللائحة : اللائحة التنفيذية للنظام.

الفصل الثاني

المهام والمسؤوليات

المادة الرابعة : مهام الوزارة ومسؤولياتها،

تتولى الوزارة مهام ومسؤوليات إدارة النفايات البلدية الصلبة، وتشمل هذه المهام والمسؤوليات - دون حصر - ما يأتي :
 ١- رفع المستوى الصحي وسلامة السكان وراحتهم في مدن المملكة وقراها، وذلك عن طريق تقديم الخدمات، وإدارة النفايات البلدية الصلبة.
 ٢- إعداد الإستراتيجية الوطنية لإدارة النفايات البلدية الصلبة كإطار لعمل مؤسسي وفني ، والرفع عن ذلك بحسب الإجراءات النظامية.
 ٣- تنظيم تنفيذ مشروعات نظافة المدن وإدارة النفايات البلدية الصلبة، بما يحقق المصلحة العامة، والعناية بنظافة المدن والقرى، وسلامة البيئة.
 ٤- دراسة المتطلبات والاحتياجات المختلفة وتحديدها، ووضع البرامج والخطط اللازمة وتطويرها؛ لإدارة النفايات البلدية الصلبة، ومتابعة تنفيذ مشروعاتها.



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



المملكة العربية السعودية
مجلس الوزراء

الرقم :
التاريخ :
المقررات :

- ٥- بناء القدرات وتطوير الإدارات المختصة في الأمانات والبلديات، وتزويدها بالمعلومات، ووضع البرامج التدريبية للعاملين فيها.
- ٦- تحديد المنشآت، أو المباني أو الأماكن التي تقع خدمات جمع نفاياتها على عاتق المالك، أو المستفيد مباشرة.
- ٧- وضع الضوابط الهندسية اللازمة لإنشاء المدافن الصحية؛ للتخلص من النفايات البلدية الصلبة، والتأكد من أن هذه المدافن مطابقة للشروط والمواصفات المعتمدة نظاماً، وأن يتم إدارتها وتشييدها وتقويمها، بحسب الأساليب والمعايير الفنية والبيئية المعتمدة عالمياً.
- ٨- الإذن بمزاولة نشاط الحرق ؛ في ضوء المواصفات والشروط والضوابط البيئية التي تحدد ذلك.
- ٩- رفع الوعي البيئي، وإعداد البرامج المناسبة وتنفيذها؛ لتوعية السكان بأهمية المحافظة على النظافة والصحة العامة، والحد من إنتاج النفايات، والتقيد بالتعليمات الخاصة عند التعامل مع النفايات البلدية الصلبة.
- ١٠- وضع خطة طوارئ بالتنسيق مع الجهات ذات العلاقة والأمانات والبلديات؛ لمباشرة نشاط إدارة النفايات البلدية الصلبة في حالات الضرورة، أو الظروف الاستثنائية.
- ١١- اقتراح الدراسات، وتبني تطبيق المشروعات الرائدة في مجال إدارة النفايات البلدية الصلبة، واقتراح مشروعات التطوير والتعديلات اللازمة للنظام - بما يضمن مواكبة التقدم المستمر في أساليب إدارتها - ووضع قاعدة بيانات وطنية لها.
- ١٢- دراسة البدائل المختلفة لتمويل إدارة النفايات البلدية الصلبة، بما يحقق الاستفادة المالية.
- ١٣- تحديد العمر الافتراضي للمدافن الصحية، وطريقة صيانتها، وإغلاقها، والاستخدام المستقبلي لأرض ومنشآت المدفن .



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



المملكة العربية السعودية
 مجلس الوزراء

الرقم :
 التاريخ : / / ١٤٤٠
 المرفقات :

- ١٤- وضع الضوابط والاشتراطات اللازمة بالتنسيق مع الجهات ذات العلاقة ؛ لتصدير النفايات البلدية الصلبة.
- ١٥- وضع خطة مع الجهات المختصة لتخفيض المبعثرات.
- ١٦- تحديد المواقع المخصصة لحاويات النفايات ، مع وضع آلية لفرز النفايات المراد تدويرها والتي لا يمكن استعادتها.
- ١٧- تشجيع القطاع الخاص على مزاولة نشاط إدارة النفايات البلدية الصلبة.
- ١٨- الترخيص للقطاع الخاص بمزاولة أي نشاط ضمن عمليات إدارة النفايات البلدية الصلبة، وتحدد اللائحة شروط الترخيص وضوابطه.
- المادة الخامسة : مسؤوليات منتج النفايات البلدية الصلبة :**
 على منتج النفايات البلدية الصلبة الالتزام بتعليمات الوزارة والأجهزة المختصة المتعلقة بتنظيم عمليات إدارة النفايات البلدية الصلبة، وعلى وجه خاص الالتزام بما يلي :
 - ١- بذل العناية المعتادة لخفض النفايات المنتجة إلى أدنى حد ممكن.
 - ٢- بذل العناية المعتادة لإعادة استخدام وتدوير النفايات المنتجة إلى أعلى حد ممكن.
 - ٣- وضع النفايات البلدية الصلبة داخل الحاويات المخصصة دون التسبب في أذى الغير ، والالتزام بالضوابط الصادرة في هذا الشأن.
 - ٤- الالتزام بضوابط استخدام حاويات النفايات البلدية الصلبة الصادرة في هذا الشأن.
 - ٥- عدم تكديس النفايات البلدية الصلبة، أو تجميعها، أو تخزينها، أو التخلص منها بما يسبب ضرراً على البيئة والصحة العامة أو الغير ، أو إخلالاً بالضوابط الصادرة في هذا الشأن.
 - ٦- عدم وضع نفايات الرعاية الصحية الخطرة، والنفايات الصناعية الخطرة، والحيوانات النافقة، أو بقاياها، في حاويات النفايات البلدية الصلبة.
 - ٧- وضع النفايات ذات الحجم الكبير في الأماكن التي تحددها الأجهزة المختصة.



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



المملكة العربية السعودية
مجلس الوزراء

الرقم :
التاريخ :
المرفقات :

- ٨- وضع النفايات الخضراء في أكياس بلاستيك مانعة لتسرب السوائل ، وربطها جيداً ، ونقلها إلى الأماكن التي تحددها الأجهزة المختصة.
- ٩- وضع النفايات المراد تدويرها - بعد فصلها وفرزها - في الحاويات المعدة لذلك ، ووضع النفايات التي لا يمكن استعادتها في الحاويات الأخرى.
- ١٠- المحافظة على نظافة المنطقة المحيطة بمسكنه ، أو المنشأة ، أو المبنى الذي يملكه ، أو يستأجره ، أو يستخدمه ، أو يقوم بإدارته وتشغيله.
- ١١- عدم إلقاء النفايات البلدية الصلبة في مجاري السيول والأودية ، أو الآبار الجوفية ، أو على الشواطئ ، أو في شبكات الصرف الصحي ، أو شبكات تصريف مياه الأمطار.

المادة السادسة :

يحظر على أي شخص ذي صفة طبيعية أو اعتبارية أن يستخدم أو يسمح لغيره بأن يستخدم أرضاً ، أو مبنى ، أو منشأة يملكها أو يتصرف فيها كموقع للتخلص من النفايات البلدية الصلبة ، قبل القيام بإجراء دراسات التقييم البيئي ، والحصول على موافقة الوزارة أو الأجهزة المختصة.

المادة السابعة :

يلتزم منتجو نفايات البناء والهدم بتخصيص الحاويات اللازمة لهذا النوع من النفايات ونقلها إلى المواقع المخصصة لها ، أو التعاقد مع المقاولين المؤهلين لنقلها.

الفصل الثالث

ملكية النفايات

المادة الثامنة :

تنتقل ملكية النفايات البلدية الصلبة إلى الوزارة والأجهزة المختصة ؛ حال وضعها في الحاويات المخصصة لها ، أو بقربها ، أو في موقع يعد عرفاً أنه محل للنفايات ، أو عند التخلي عنها.



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



المملكة العربية السعودية
مجلس الوزراء

الرقم : _____
التاريخ : ____ / ____ / ١٤ ____ هـ
المرفقات : _____

المادة التاسعة :

يحظر على أي شخص ذي **صفة** طبيعية أو اعتبارية جمع النفايات البلدية الصلبة ، أو نقلها، أو تخزينها، أو حرقها، أو وضع اليد عليها، أو تداولها، أو معالجتها وإعادة تدويرها والاستفادة منها ، ويستثنى من ذلك المرخص لهم نظاماً.

الفصل الرابع

قواعد وإجراءات مزاوله نشاط إدارة النفايات البلدية الصلبة

المادة العاشرة :

تقوم الوزارة والأجهزة المختصة بالتعاقد مع المقاولين المرخص لهم نظاماً بمزاولة نشاط إدارة النفايات البلدية الصلبة، وتحدد اللائحة الشروط والضوابط والمعايير اللازمة لذلك وفقاً لهذا النظام والأنظمة الأخرى .

المادة الحادية عشرة :

الوزارة هي الجهة المختصة بالتعاقد مع المقاول أو المقاولين للعمل على المستوى الوطني، أو في حالة التعاقد الذي يغطي أكثر من منطقة ، وتكون الأجهزة المختصة هي جهات الاختصاص بالتعاقد مع المقاولين في نطاق حدود المنطقة الإدارية ، وتحدد اللائحة الشروط والضوابط والمعايير اللازمة لذلك وفقاً لهذا النظام والأنظمة الأخرى.

المادة الثانية عشرة :

يجوز للوزارة والأجهزة المختصة - وفقاً لما تقتضي به المصلحة العامة والأنظمة المتبعة والدراسات والمعايير الاقتصادية - تجزئة مشروعات إدارة النفايات البلدية الصلبة، إما من حيث المكان أو من حيث نوع العمل، ويجوز لها كذلك أن تتعاقد مع أكثر من مقاول لتنفيذ هذه المشروعات، ولا يمنع ذلك من التعاقد مع مقاول واحد لممارسة جميع هذه المشروعات في المناطق النائية، أو تلك التي لا تستدعي كمية النفايات المنتجة فيها التعاقد مع أكثر من مقاول.



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



المملكة العربية السعودية
مجلس الوزراء

الرقم :
التاريخ :
الملاحظات :

المادة الثالثة عشرة :

تخصص الوزارة - بالتنسيق مع الأجهزة المختصة والجهات ذات العلاقة - مواقع الأراضي المناسبة لإقامة المدافن الصحية ، وفقاً للأنظمة المعمول بها ، والضوابط العلمية والفنية الخاصة بإنشاء المدافن الصحية ، التي تحددها اللائحة.

المادة الرابعة عشرة :

يجوز للوزارة وللأجهزة المختصة التعاقد مع مكاتب استشارية متخصصة ؛ للرقابة والإشراف على أعمال إدارة النفايات البلدية الصلبة ، التي يكلف بها المقاولون المرخص لهم نظاماً ، وتحدد اللائحة الشروط والضوابط والمعايير اللازمة لذلك وفقاً لهذا النظام والأنظمة الأخرى.

المادة الخامسة عشرة :

يجوز - بحسب الأحوال - للأجهزة المختصة ربط فسوح الترميم ، أو الهدم ، أو الصيانة ، أو التسوية ، أو تجديدها بحقوق يبرمها طالب الفسخ مع مقاول ؛ لنقل ما ينتج من نفايات إلى الأماكن المخصصة لذلك.

المادة السادسة عشرة :

تلتزم منشآت الفرز والمعالجة وإعادة التدوير - المرخص لها نظاماً - بالشروط والضوابط التي تحددها اللائحة.

الفصل الخامس

المخالفات والعقوبات

المادة السابعة عشرة :

مع عدم الإخلال بأي عقوبة أخرى أشد ينص عليها في نظام آخر ، يعاقب بغرامة لا تزيد على (١٠٠٠٠) عشرة آلاف ريال مع إلزامه بدفع مصاريف إعادتها إلى وضعها السابق ، كل من ارتكب أحد الأفعال الآتية :

١ - وضع النفايات البلدية الصلبة خارج الحاويات المخصصة لها.



بشأن



المملكة العربية السعودية
 هيئة الخبراء بمجلس الوزراء

الرقم :
 التاريخ : / / ١٤
 المرفقات :

٢- تكديس النفايات البلدية الصلبة ، أو تجميعها ، أو تخزينها مما يسبب الإضرار بالصحة العامة أو البيئة.

٣- تغيير الأماكن المحددة لحاويات النفايات البلدية الصلبة ، أو إتلافها.

٤- استخدام أرض أو مبنى منشأة موقعا للتخلص من النفايات البلدية الصلبة قبل الحصول على موافقة الوزارة.

٥- التخلص من النفايات البلدية الصلبة في الأماكن والشوارع والحدائق العامة ، أو أملاك الغير.

٦- نبش حاويات النفايات البلدية الصلبة ، وبعثرة محتوياتها.

المادة الثامنة عشرة :

مع عدم الإخلال بأي عقوبة أخرى أشد ينص عليها في نظام آخر ، يعاقب بغرامة لا تزيد على (٢٠٠٠٠) عشرين ألف ريال مع إلزامه بدفع مصاريف إعادتها إلى وضعها السابق ، كل من ارتكب أحد الأفعال الآتية :

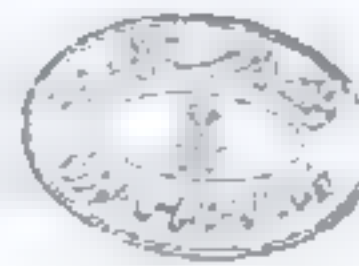
١- عرقلة إجراءات تحديد أماكن تجميع النفايات البلدية الصلبة ، أو منع الآخرين من استخدامها.

٢- إيجاد أماكن لتجميع النفايات البلدية الصلبة ، بغرض الاستغلال التجاري دون ترخيص نظامي.

٣- وضع نفايات الرعاية الصحية الخطرة والنفايات الصناعية الخطرة في حاويات النفايات البلدية الصلبة.

٤- وضع النفايات البلدية الصلبة في مجاري السيول والأودية ، أو الآبار ، أو الشواطئ ، أو في شبكات الصرف الصحي ، أو شبكات تصريف مياه الأمطار.

٥- جمع النفايات البلدية الصلبة ، أو نقلها ، أو تخزينها ، أو حرقها ، أو وضع اليد عليها ، أو تداولها ومعالجتها وإعادة تدويرها ، للاستفادة منها لغير المرخص لهم نظاماً.



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



المملكة العربية السعودية
مجلس الوزراء

المرقم :
التاريخ :
الملاحظات :

المادة التاسعة عشرة :

- ١- يتولى موظفون من الأجهزة المختصة - يصدر بتعيينهم قرار من رئيس الجهاز المختص مجتمعين أو منفردين - ضبط مخالفات أحكام هذا النظام.
- ٢- تصدر الأجهزة المختصة - حسب الأحوال - قرارات تطبيق العقوبات الواردة في المادتين (السابعة عشرة) و(الثامنة عشرة) من هذا النظام ، ويجوز لأصحاب الشأن التظلم أمام المحاكم المختصة من أي من هذه القرارات خلال (ستين) يوماً من تاريخ إبلاغهم بالقرار.

الفصل السادس

أحكام عامة

المادة العشرون :

يصدر الوزير اللائحة لهذا النظام ، ويعمل بها من تاريخ العمل بهذا النظام.

المادة الحادية والعشرون :

يعمل بهذا النظام بعد تسعين يوماً من تاريخ نشره في الجريدة الرسمية.



ملحق (ج)

مشروع معالجة وإعادة تدوير المواد البلاستيكية الناتجة من
الحي السكني ومرافق مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

مدخل

تم دعم هذا المشروع من قبل وحدة بحوث المشاريع الداخلية
بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، حيث استغرق تنفيذه ثلاث
سنوات (١٤٢٦-١٤٢٨هـ). وكان الهدف من المشروع هو دراسة
الاستفادة من النفايات البلاستيكية المستخدمة غالباً في المنازل:
كعلب المياه والعصائر وغيرها. وقد تم تقسيم المشروع إلى أربع
مراحل هي؛ مرحلة إدارة النفايات البلاستيكية، وتشمل مخاطبة
السكان، وتوعيتهم حول المشروع، ووضع خطة لجمع تلك المواد من
السكان وبعض الإدارات في المدينة، والمرحلة الثانية شملت التعرف
على المواد التي تم جمعها، وفرزها حسب النوع، وتحديد بعض
خصائصها، أما المرحلة الثالثة فكانت معالجة تلك المواد باستخدام
ماكينة التكسير، وذلك لتصغير الأحجام حتى يسهل التعامل معها
في مرحلة المعالجة الأخيرة، ومن ثم قياس الكميات المختلفة من
المواد البلاستيكية وزناً، وأخيراً، وفي المرحلة الرابعة تم معالجة
المواد لإنتاج مواد متجانسة. كذلك تم اقتراح بعض الاستخدامات

لتلك المواد من خلال إستراتيجية لتحويلها إلى تطبيقات طويلة الأمد، بعكس استخداماتها الأساس، مثل تعبئة المياه والعصائر والألبان وغيرها، التي تتسم بقصر عمرها، وتؤدي إلى تكون نفائات بصورة يومية وبكميات كبيرة جدًا.

المواد التي تمت معالجتها وتحديد كمياتها، وهي (PET) و (HDPE) و (PS) لا تعد مواد نقية تمامًا، حيث احتوت مواد (PET) على سبيل المثال بعضًا من مواد HDPE، وربما بعض المواد الأخرى كمادة (LDPE).

من التحديات التي تواجه العاملين في مجال إعادة تدوير النفائات البلاستيكية بالطريقة الميكانيكية، هي ضمان الحصول على منتج منافس للمواد البكر غير المستعملة، من حيث الخواص الكيميائية والفيزيائية، وذلك يعود إلى أسباب فنية، منها النقص المتوقع في الأوزان الجزيئية للمواد المسترجعة، والذي ينعكس بشكل سلبي على خواص تلك المواد. ويعود السبب في تدني الأوزان الجزيئية للمواد المسترجعة إلى التحلل، ولو الجزئي الذي يحدث لتلك المواد، بفعل التعرض لأجواء مختلفة من الرطوبة ودرجة الحرارة، في أوساط ربما تكون شديدة الأثر، وتسهم في تحلل تلك المواد، مثل تعرضها للأحماض والدهون من جراء الاستعمال في حفظ وتعبئة الغذاء. كما أن وجود الشوائب مع المواد المسترجعة قد يسهم في تدني خواصها الميكانيكية، وخاصة خاصية المتانة. كما

أن خلط المواد البوليمرية في الحالة المنصهرة يشكل أنظمة غير
ممتزجة، تتصف بضعف كبير في خواص تلك المواد، ومن أهمها
الخواص الميكانيكية. ونظرًا لافتقار المملكة العربية السعودية إلى
توفر مراكز لتجميع وفرز النفايات من المصدر، أي من المنازل
والمرافق الحكومية والتجارية وغيرها، نشأت فكرة هذا المشروع
لتنفيذ إدارة فاعلة للحصول على النفايات البلاستيكية، بمعزل عن
النفايات البلدية الأخرى في الحي السكني لمدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية. وكان الغرض الأسمى هو تقديم مثال يحتذى في
مجال إدارة النفايات البلاستيكية. هذا بالإضافة إلى أهداف
أخرى منها ما يلي:

١. توعية المجتمع والناشئة بأهمية تطبيق الإدارة الفاعلة
للتعامل مع النفايات، وذلك بفصلها عن بعض، لما في
ذلك من فوائد جمة بيئية واقتصادية.
٢. توعية المجتمع بخطورة الازدياد المطرد في حجم النفايات
البلاستيكية على البيئة، وضرورة إخضاعها إلى برامج
إعادة التدوير.
٣. تقديم نموذج مثالي لإدارة النفايات البلاستيكية من
خلال تنظيم عملية جمع وفرز النفايات البلاستيكية،
وكذلك تصنيفها من المصدر.

٤. إنشاء مركز لجمع ومعالجة النفايات البلاستيكية في الحي السكني لمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية.
٥. توفير بيانات وإحصاءات عن كميات وأنواع النفايات البلاستيكية في مدينة الرياض، وذلك لخدمة الباحثين في هذا المجال.
٦. تحديد خواص النفايات البلاستيكية المسترجعة والتحسين من خواصها إن لزم، وذلك بخلطها مع مواد أخرى. وبذلك تنتج مواد منافسة يمكن الاستفادة منها بشكل فاعل.
٧. إعادة تدوير النفايات البلاستيكية من خلال معالجتها بالطرق الفنية المتاحة، ومن ثم إنتاج مواد مفيدة تتسم بطول عمرها الاستخدامي.

مراحل تنفيذ المشروع

المرحلة الأولى: إدارة النفايات البلاستيكية

بعد التنسيق مع الإدارة العامة للخدمات المساندة بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية (المدينة) تم شراء عشرون حاوية كبيرة سعة ٢٤٠ لترًا من ميزانية المشروع، وقامت الإدارة بتوزيع تلك الحاويات على مناطق مختلفة من الحي السكني وبعض إدارات

المدينة (شكل ج- ١). وقد تم أيضاً توزيع حاويات ذات أحجام مناسبة على بعض المعاهد والإدارات في المدينة، بهدف جمع النفايات البلاستيكية المستغنى عنها من قبل الموظفين. بعد ذلك تم توزيع خطابات على الساكنين لإرشادهم حول آلية جمع المواد البلاستيكية المستغنى عنها، وقد تم تحديد يومي الأحد والخميس من كل أسبوع لجمع النفايات البلاستيكية من المنازل.



المدينة (شكل ج- ١). وقد تم أيضاً توزيع حاويات ذات أحجام مناسبة على بعض المعاهد والإدارات في المدينة، بهدف جمع النفايات البلاستيكية المستغنى عنها من قبل الموظفين. بعد ذلك تم توزيع خطابات على الساكنين لإرشادهم حول آلية جمع المواد البلاستيكية المستغنى عنها، وقد تم تحديد يومي الأحد والخميس من كل أسبوع لجمع النفايات البلاستيكية من المنازل.

وفي إطار التوعية بأهمية هذا المشروع تم عمل التالي:

١. إعداد مسابقة حول إعادة تدوير النفايات البلاستيكية موجهة إلى طلاب وطالبات مدارس المدينة داخل الحي السكني، وقد تم تزويد المدارس بحاويات حتى تتم المشاركة العملية للطلبة والطالبات من خلال رمي النفايات البلاستيكية في الحاوية المخصصة لذلك، (شكل ج-٢).
٢. تم توزيع نشرات توعية على الوحدات السكنية حول أهمية إعادة تدوير المواد البلاستيكية والتعليمات حول عملية فرز وتجميع تلك المواد، (شكل ج-٣).



الفرع الأول: التصميم

حيث طلب من المشاركون أن يصمم شكلاً أو مجسماً أو نحو ذلك، باستخدام المواد البلاستيكية المستغنى عنها، وقد كانت المشاركات في هذا الفرع مخصصة لجميع المراحل، نظراً لقدرة الجميع على عمل ذلك.

الفرع الثاني: البحث

وقد كان المطلوب في هذا الفرع أن يقدم الطالب/ الطالبة بحثاً مبسطاً حول إعادة تدوير المواد البلاستيكية في المملكة، وقد خصص هذا الفرع للمرحلة المتوسطة فقط، بحيث يمكن للطالب/ الطالبة أن يستخدم كل الوسائل الممكنة للحصول على المعلومة: كالشبكة الدولية «الإنترنت» وأن يتلقوا المساعدة من قبل والديهم. وقد قدمت أعمال في الفرع الأول، أما في الفرع الثاني فلم يقدم أي عمل، وكانت نتائج المسابقة للفرع الأول كما يلي:

المركز الأول:

كان العمل المقدم عبارة عن ستارة منزلية مصغرة باستخدام بلاستيك مستعمل من النوع الثاني (HDPE) (الشكل ج-٤).

الجائزة: درع ومبلغ ٢٠٠ ريال.

المرحلة الثانية: عملية الفرز والتصنيف

تم عمل ثلاثة أحواض لفرز وتصنيف المواد البلاستيكية بمقاس يتراوح من (١٧٠ × ١٧٠ × ١٢٠) إلى (١٧٠ × ٢٠٠ × ١٢٠) سم^٢ أو ما يعادل (٣,٥ - ٤) م^٢. وقد اشتملت المواد التي تم جمعها على مواد أخرى غير المواد البلاستيكية: كالورق وعلب المشروبات الغازية المصنوعة من الألمنيوم وغيرها، حيث تم عزل تلك المواد عن المواد البلاستيكية. وقد لوحظ أيضًا أن التعليمات التي أعطيت للسكان بخصوص طريقة الجمع لم تتبع بالشكل الصحيح حيث وجد بعض العلب التي لم يتم شطفها بالماء قبل إلقتها مع المواد البلاستيكية الأخرى. كذلك وجد بعض المواد غير البلاستيكية تم وضعها في الحاويات المخصصة لجمع النفایات البلاستيكية، كما يوضح ذلك الشكل ج-٦. وبعد إجراء الفرز حسب نوع المادة البلاستيكية تبين أن معظم ما تم جمعه هو من الأنواع التالية:

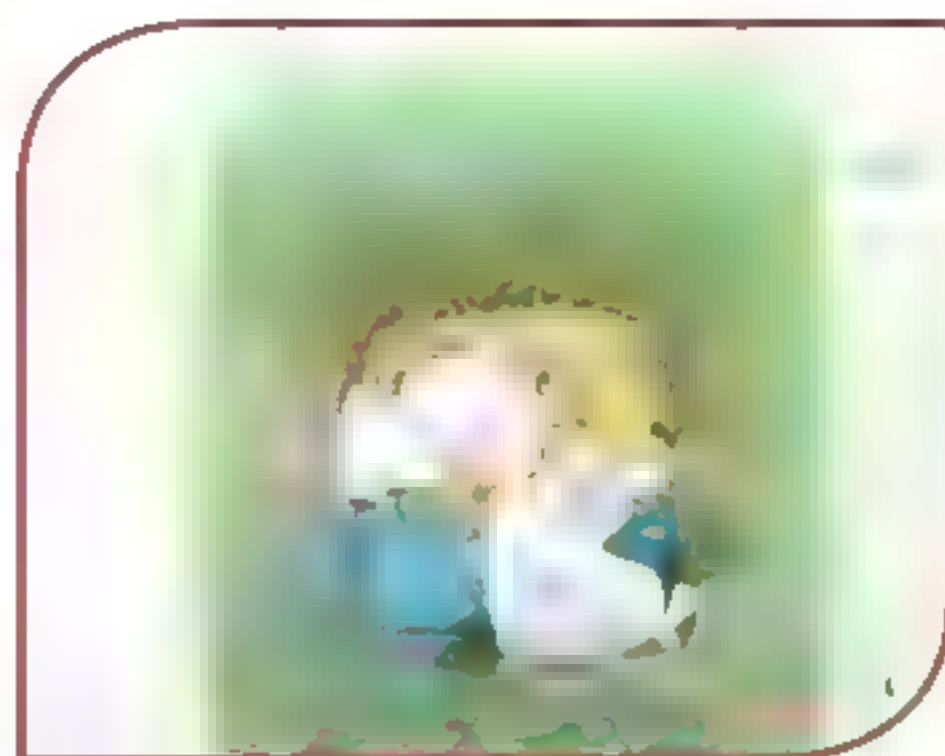
PET و HDPE

أما مادة PS فقد وجدت بكميات قليلة جدًا، وقد كان ذلك متوقعًا، لأن استخداماتها في المنازل وذلك على هيئة صحن وأكواب للشرب هي ضئيلة جدًا، وحتى في حالة استخدامها في المنازل، فإنها لا تقع ضمن نطاق ما تم جمعه، لأنها في الغالب تكون ملاصقة للأكل، وهي مواد لا يمكن قبولها في هذا المشروع نظرًا لقلّة الإمكانيات المتاحة للتعامل معها وتهيئتها. أيضًا وجدت بعض الكميات الضئيلة من مادة PP ومواد بلاستيكية أخرى مثل لعب الأطفال وأكواب للشرب بيضاء شبيهة بالأكواب التي تصنع من

مواد النوع السادس، وأوعية لزراعة النباتات وأوعية حفظ التمور وأغطية علب سوائل التنظيف المنزلي وغيرها. ويبين الشكل ج-٧ المواد التي تم فرزها خلال مدة العمل في المشروع.



(ب)



(١)



(د)



(ج)



(هـ)



النفايات المنزلية

بين إعادة التدوير والحد من التلوث والحفاظ على البيئة

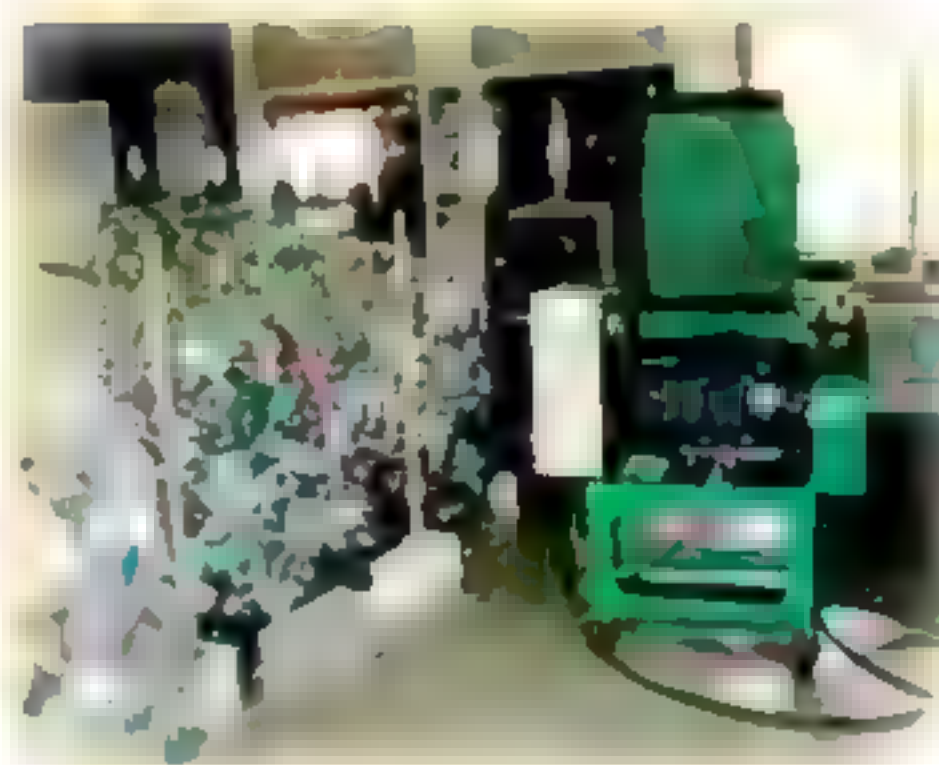


الشركة العامة للمعالجة والنقل
للنفايات البلدية
الأحياء الخمسة الأولى

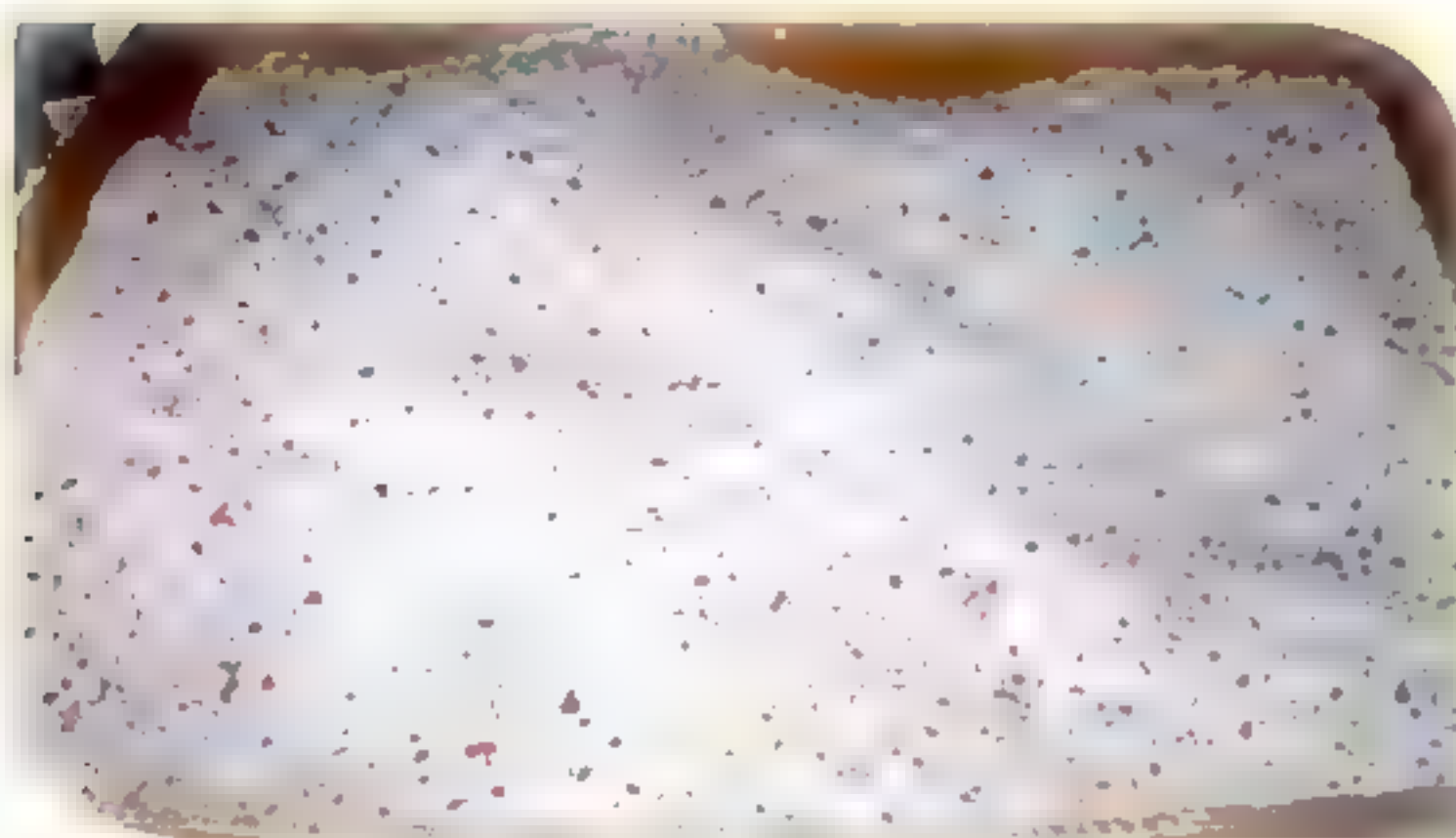
المرحلة الثالثة: معالجة المواد وحساب الكميات

تم استخدام ماكينة تكسير مواد بلاستيكية من نوع (Plastic crusher S460)، ومزودة بست شفرات متحركة واثنين ثابتين. وتبلغ الطاقة الإنتاجية لهذه الماكينة ٢٠٠-٥٠٠ كجم/ساعة (شكل ج-٨). وقد تم أولاً معالجة مواد PET، وذلك باستخدام ماكينة التكسير. وبعد الانتهاء تم تنظيف الماكينة، ثم شرع في معالجة مادة HDPE. وأخيراً، وبعد تنظيف الماكينة من بقايا HDPE تم تكسير مادة PS. وبعد الانتهاء من تكسير جميع المواد تم حساب الكميات، التي تم

جمعها وزناً وذلك باستخدام ميزان إلكتروني ذي سعة قياس تبلغ ٣٠٠ كجم كحد أقصى (ES300K by Measuretek, China). ويبين الشكل ج-٩ المواد بعد معالجتها بماكينة التكسير وتحويلها إلى شرائح صغيرة بمقاس ٦ مم، وذلك ليسهل التعامل معها في خطوات المعالجة اللاحقة.



شكل ج-٩: المواد بعد معالجتها بماكينة التكسير وتحويلها إلى شرائح صغيرة بمقاس ٦ مم



شكل ج-١٠: المواد بعد معالجتها بماكينة التكسير وتحويلها إلى شرائح صغيرة بمقاس ٦ مم

كميات المواد

استغرق تكسير جميع المواد مدة أسبوعين بمعدل ٢ ساعة/يوم، وقد بلغ مجموع ما تم معالجته من مواد حوالي ٢٨٧ كجم، كما هو موضح في جدول ج-١. ويبين الجدول ج-١ قلة إجمالي المواد التي تم جمعها. حيث كان متوقعاً أن يتم جمع كميات كبيرة من تلك المواد خلال مدة الجمع التي تراوحت من ٩-١٢ شهر. وبحسب تقديرات الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، فإن معدل إنتاج النفائات للفرد في اليوم في مدينة الرياض هو ١,٥ كجم، وذلك في عام ١٤٢٤هـ. وإذا اعتبرنا أن المعدل اليومي للفرد لإنتاج نفائات بلاستيكية يبلغ ٢٥٥ جم (أي ١٧٪ من الإنتاج الكلي للفرد في اليوم^١)، فيمكن توقع إنتاج ما لا يقل عن ١٠ طن في الشهر من النفائات البلاستيكية من الحي السكني. لاحظ هنا أن ما تم جمعه من خلال المشروع يمثل ٢٤,٠٪ فقط من الإنتاج المتوقع، وقد تم تقدير هذا المعدل، أي ١٠ طن في الشهر، بناءً على المعطيات التالية:

- عدد الوحدات السكنية المأهولة عند بدء عملية الجمع هو ٣٤٠ وحدة، حسب إفادة إدارة الإسكان.
- متوسط عدد الأفراد في الحي السكني يبلغ ٤ أفراد.

الجدول (ج- ١) كميات ونسب المواد التي تم جمعها ومعالجتها

النوع	الكمية (كجم)	النسبة (%)	ملاحظات
PET	٩٩	٣٤,٥٤	
HDPE	١٧٣,٤٥	٦٠,٥١	
PS	٨	٢,٧٩	
PP	٤,٠٥	١,٤١	
أخرى	٢,١٥	٠,٧٥	مواد PS غير نظيفة، وقليل من مواد النوع الأول التي لم تكسر
المجموع	٢٨٦,٦٥	١٠٠	

وللوقوف على السبب الذي أدى إلى قلة ما تم جمعه من مواد بلاستيكية خلال المدة المقررة في المشروع، فقد تم توزيع استبانة على الساكنين لتقصي السبب. وتبين من نتائج الاستبانة أن أكثر من ٦٠ ٪ من الذين قاموا بتعبئة الاستبانة لم يشاركوا في عملية عزل وتجميع النفايات البلاستيكية، وذلك لأسباب منها عدم تلقي طلب بتجميع النفايات البلاستيكية أو صعوبة في التنفيذ، هذا مع العلم أن إدارة الإسكان قد تولت توزيع الطلب على جميع الوحدات في حينه. وقد تبين أيضاً من خلال نتائج الاستبانة أن أقل من ١٢ ٪ قد قاموا بعزل وتجميع النفايات البلاستيكية طوال مدة التجميع.

بلغت مواد PET ما يقارب ٣٥ ٪ من الوزن الإجمالي لجميع المواد، التي تم جمعها ومعالجتها بماكينة التكسير. وشملت هذه المواد عبوات المياه بأحجام مختلفة ابتداء من الصغيرة الحجم، أي ٣, ٠ لتر، وانتهاء عند العبوات الكبيرة بسعة ١٠ لتر. ويبلغ وزن عبوة المياه الصغيرة بسعة ٣, ٠ لتر حوالي ١٤ غراماً، بينما يبلغ وزن العبوة الكبيرة من النوع نفسه ما يقارب ٢٠٦ غرام، وذلك باستثناء وزن الغطاء.

وتشمل أيضاً مواد هذا النوع عبوات المشروبات الغازية بأحجام مختلفة تتراوح من ٤, ٠ لتر إلى ٢٥, ٢ لتر. كما اشتملت تلك المواد على عبوات الحليب والعصير بأحجام صغيرة، مثل ٢٥, ٠ لتر و ٥, ٠ لتر، وأحجام أكبر مثل ٥, ١ لتر. وقد لوحظ أن بعض عبوات المياه الكبيرة، مثل ذات السعة ١٠ لتر، يكون ممسك اليد لها مصنوع من نفس المادة أي PET. كما وجد أيضاً عبوات زيت طعام بسعة ٧٥, ٠ لتر إلى ٤ لتر وعبوات مواد تنظيف و«شامبوهات». وأخيراً فقد استرعى الانتباه بعض علب المياه في أثناء المعالجة، وقد بدا أنها متحللة، وربما تركت معرضة لأشعة الشمس لمدة طويلة، وهذا قد يؤثر على خواص المادة النهائية.

وقد شكلت مواد HDPE نسبة عالية بلغت حوالي ٦١ ٪ من الوزن الإجمالي للمواد، (انظر جدول ج-١). وقد كان معظم هذه المواد عبارة عن عبوات العصير والحليب والألبان شبه الشفافة

والمعتمدة ذات أحجام مختلفة: ٢٥، ٠ لتر، ١ لتر، و٢ لتر. كما وجد أيضًا عبوات مياه سعة جالون (٣,٧٨ لتر)، وجالونات تنظيف وعبوات كلوركس وعبوات سائل تنظيف الزجاج بسعة ٣ لترو٤ لتر. وقد وجد كميات قليلة من علب زيت السيارات، وربما تكون قد جمعت من خلال الحاوية التي وضعت بالقرب من ورشة المدينة. وأخيرًا اشتملت مواد هذا النوع على عبوات المياه الكبيرة سعة ١٥ لترًا، والتي في الغالب تستخدم لبرادات المياه، كما وجد أيضًا جوالين تعبئة المياه لأغراض الرحلات وتعبئة مياه زمزم.

عند إجراء عمليات الفرز حسب النوع، كان هناك بعض المشقة في تصنيف المواد المصنوعة من مادة PET كعلب المياه، وذلك لأنه يتحتم نزع أغطية العبوات نظرًا، لأنها في الغالب مصنوعة من مادة أخرى، وهي HDPE وهذا لا ينطبق على المواد المصنوعة من HDPE نظرًا لأن مادة العبوة والغطاء هي من نفس النوع. أيضًا يجب التنويه إلى صعوبة الفصل اليدوي لحلقات الأغطية ومادة الغلاف التي يكتب عليها بيانات المنتج لمواد PET. لذا فقد تم عزل هذه المواد كما هي، ولكن بدون الأغطية. كما وأن بعض عبوات المياه ذات الحجم الصغير تحتوي على غطاء مغلف للعبوة مصنوع من مادة معدنية، وهذا أيضًا يصعب نزعه بشكل يدوي. وفيما يلي تناقش أهم نتائج المشروع.

فصل وتنقية المواد

تعد مواد PET الأكثر تعرضًا للاختلاط مع مواد أخرى تكون في الغالب من مواد HDPE، وذلك في أثناء تصنيع العبوات لمياه الشرب وغيرها، وكما تم توضيحه آنفًا، فإن بعض الأجزاء مثل مادة الغلاف وحلقات لصق الأغطية لم يتم نزعها في أثناء إجراء عملية المعالجة بالتكسير، نظرًا لصعوبة عمل ذلك. أما بالنسبة لمواد HDPE فكما أشرنا سابقًا من أن عملية الفصل غير ضرورية جدًا نظرًا لأن جميع المواد الداخلة في تصنيع العبوة هي من النوع نفسه. وقد تم تصميم نظام لفصل مواد النوع الأول كما يوضح ذلك الشكل ج-١٠. لإجراء عملية الفصل، ثم وضع ١،٥ كجم من مواد PET في حوالي ٥٠ لترًا من المياه في حوض الفصل، أي بنسبة ٣٪ وزنًا أو ما يعادل ٣٠ غرامًا لكل ١ لتر من المياه. وقد تم تحديد هذه النسبة نظرًا لأهمية أن يكون محتوى المواد إلى المياه المستخدمة للفصل قليل نسبيًا (في حدود ١٠ ٪)، وذلك لضمان كفاية الفصل. وبعد وضع المواد تم تحريكها، ثم تركت لتستقر وتتفصل بفعل الفرق في الكثافة النوعية. وقبل إجراء عملية الفصل يتم قياس وزن ٥٠ مليلتر من المياه لتقدير كثافة الماء.

وبعد استقرار المواد في حوض الفصل، استخدمت مغارف منخلية لتجميع المواد الطافية، ومن ثم يتم تجميع المواد المغمورة، والتي في الغالب لها كثافة نوعية أكبر من كثافة الماء. بعد ذلك يفتح

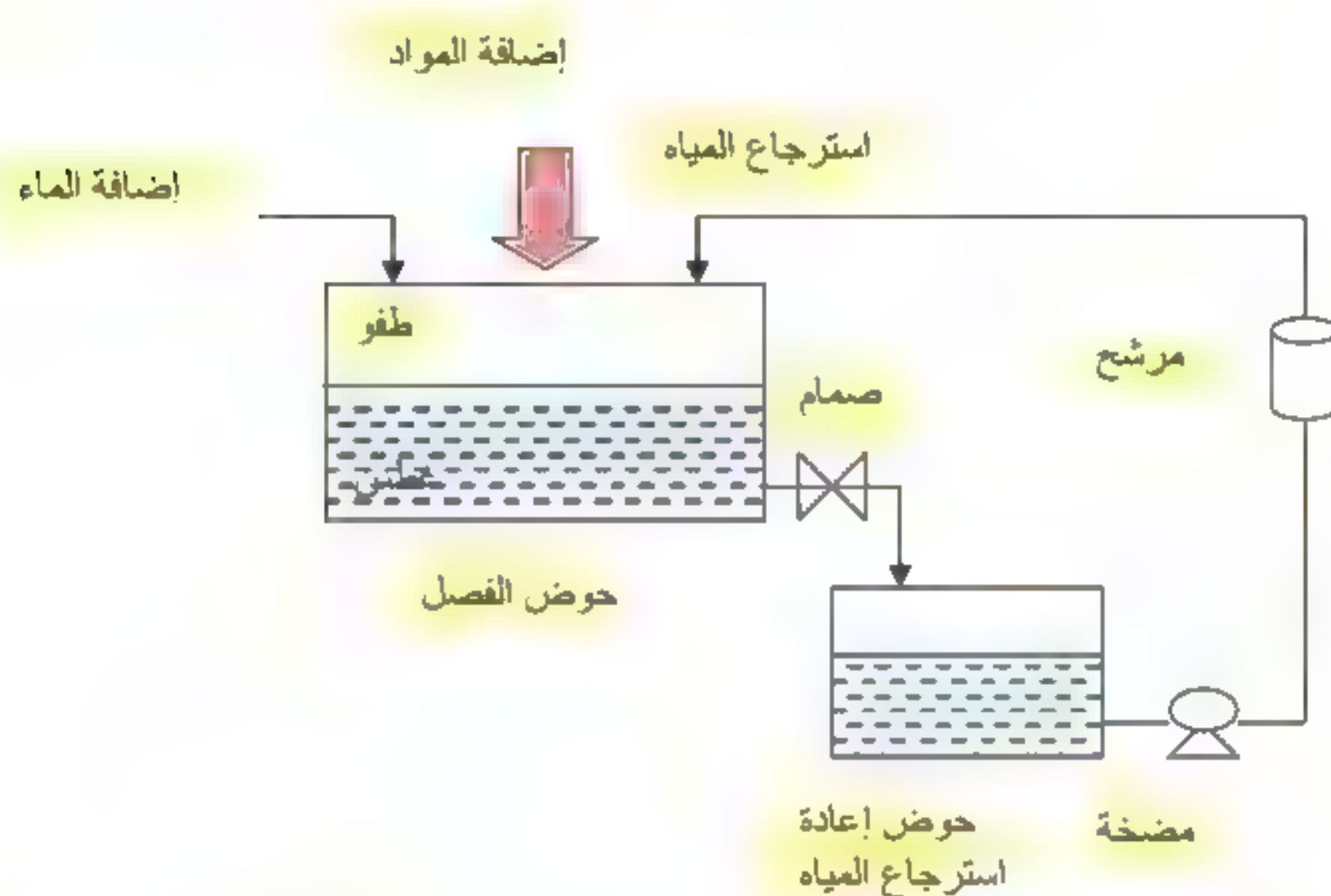
الصمام ويسمح للمياه بالنزول في الحوض الآخر، ليتم ضخها مرة أخرى إلى حوض الفصل عن طريق المرور بالمرشح، لإزالة العوالق وضمان الحصول على مياه مصفاة، كما تم أيضًا إضافة قليل من مادة المطهر (ديتول) للقضاء على أي ميكروبات يمكن وجودها مع المواد البلاستيكية المسترجعة. وتم تكرار الطريقة نفسها المشروحة أعلاه لبقية الكميات من مواد PET، (ملاحظة: مجموع ما تم معالجته من مواد النوع الأول هو ٩٩ كجم، وقد تم عزل ٦ كجم منها بفرض معالجتها على حدة دون فصل، لذا فإن مجموع ما أخضع لعملية الفصل هنا هو فقط ٩٣ كجم). وبعد الانتهاء من عملية الفصل، تم تجفيف المواد باستخدام مروحة مزودة بسخان كما هو موضح في الشكل ج-١١. ويبين الشكل ج-١٢ مواد PET قبل وبعد الفصل. أخيرًا فقد تم تحديد وزن المواد التي تم فصلها باستخدام الميزان الرقمي، ثم وضعت في حاويات كما في الشكل ج-١٣.

بلغ وزن المواد التي غمرت بالماء (الفاطسة) ٨٦,٨٥ كجم (٩٣,٤ ٪)، بينما بلغ وزن المواد الطافية ٥,٢ كجم (٥,٦ ٪). وقد تم فقد حوالي ٠,٩٥ كجم (١ ٪) من مواد PET في أثناء إجراء عملية الفصل، وهذا ناتج عن تطاير بعض المواد عند نقلها من الحاوية إلى حوض الفصل، وفقد بعض المواد الدقيقة جدًا، والتي يصعب استرجاعها بالطريقة المستخدمة. ومن الملفت والجدير بالذكر هنا أن ليس جميع مواد تغليف العبوات تطفو عند إجراء عملية الفصل، بل إن هناك مواد تغليف وجدت مع المواد الفاطسة (أي مادة PET

وغيرها)، وعند فحص تلك المواد تبين أنها مواد تغليف مصنوعة من الورق. ويعود السبب في أنها لا تطفو، إلى تشبعها بالماء في أثناء إجراء عملية تحريك المواد في الحوض، والذي يزيد من ثقلها، ومن ثم تعتمد تلك المواد إلى الغطس عوضاً عن الطفو. واستغرق فصل ١,٥ كجم من مواد النوع الأول حوالي ٢٥ دقيقة، إلا أن هذه الطريقة يمكن أن تخضع إلى عملية تطوير للرفع من كفايتها من الناحيتين الزمنية والفنية.

كما أشرنا سابقاً، فإن مواد HDPE لا تحتاج بالضرورة إلى عمليات فصل وتنقية، وذلك لأن مواد الغلاف والغطاء تصنع من العائلة نفسها، (أي عائلة عديد الايثلين PE). وفي بعض الحالات تصنع الأغطية ومواد الغلاف من مادة عديد البروبيلين PP. وعلى الرغم من ذلك تم محاولة فصل مادة LDPE عن مادة HDPE. وقد تم تحضير خليط مكون من الماء والاسيتون (كثافة نوعية ~ ٠,٨٢٧) بنسب تتفاوت من ١:١ إلى ٣:١ وذلك لخفض الكثافة النوعية للخليط إلى حد يمكن من فصل مادة LDPE، وذلك على الرغم من أنها توجد بكميات قليلة. وقد لوحظ أن عملية الفصل هذه تتطلب استعمال كمية كبيرة من الاسيتون، وذلك يتنافى مع البعد الاقتصادي للمشروع، حيث إنه لضمان نجاح أي مشروع لإعادة التدوير لا بد أن تكون الناحية الاقتصادية مشجعة. لهذا فقد أوقف العمل في هذا الاتجاه حين إيجاد طريقة مثلى لإجراء عملية الفصل أو الاكتفاء بمعالجة المواد كما هي، لا سيما أنها تنتمي للعائلة الكيميائية نفسها.

بعد عملية فصل وتنقية المواد البلاستيكية تم استخدام جهاز الباثق توائم المسامير (Twin screw Extruder, TSE)، والمزود بنظام تغذية وجهاز عمل الحبيبات (شكل ج-١٤). والغرض من ذلك هو إنتاج المواد التي تم تكسيرها على هيئة حبيبات بشكل منتظم ومتجانس من حيث المقاس واللون، (شكل ج-١٥).



شكل ج-١٥: صورة من داخل محطة معالجة مياه الصرف الصحي



النفايات المنزلية

بين إعادة التدوير والإضرار بالصحة والبيئة



تحتوي النفايات المنزلية على مواد قابلة للتدوير



المواد القاطسة

المواد الطافية

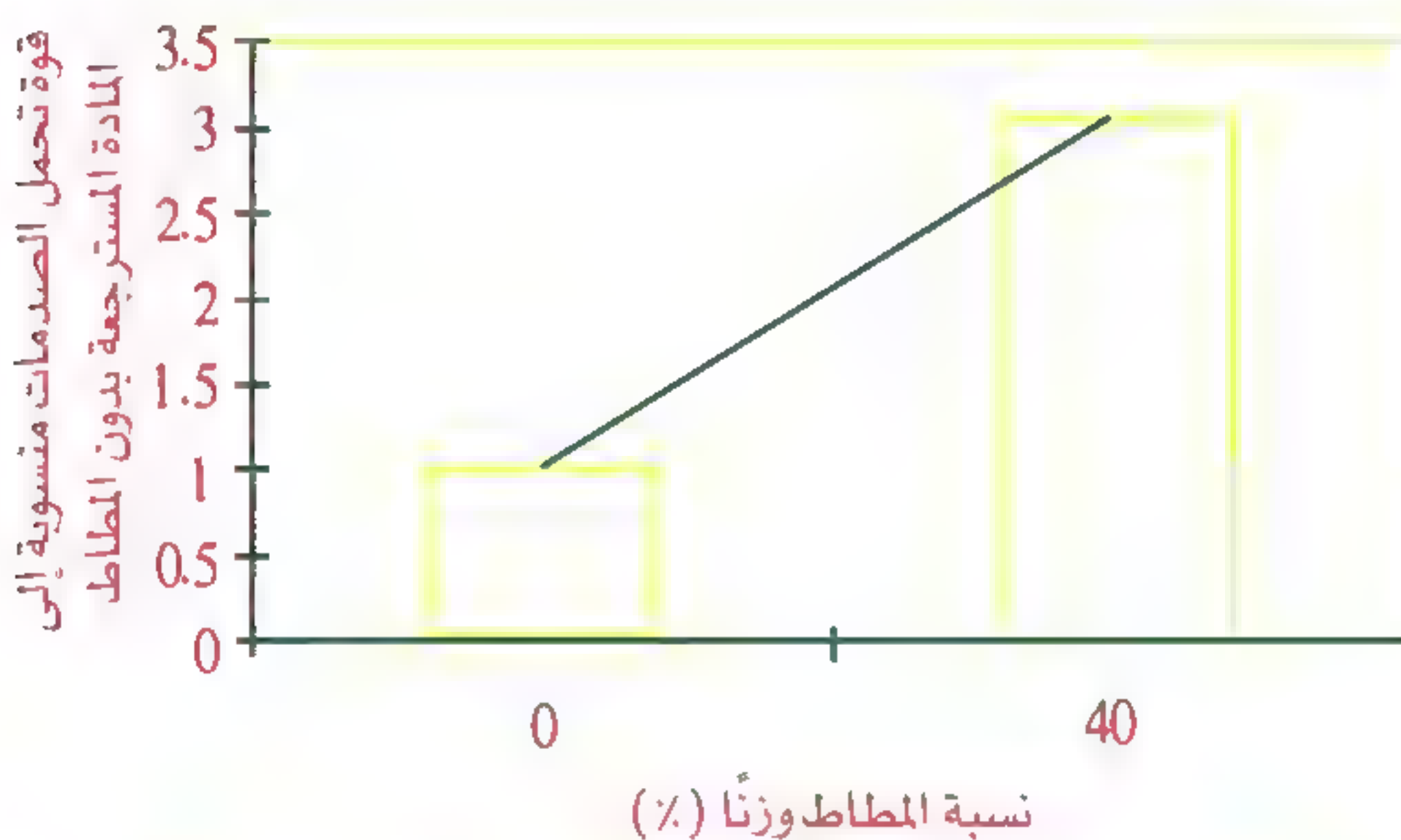
تحتوي النفايات المنزلية على مواد قابلة للتدوير



تحسين خواص المنتج النهائي

تم استخدام جهاز بندولي بطاقة سعتها ٧ جول لقياس الطاقة اللازمة لكسر العينة عند درجة حرارة الغرفة. وقد تم عمل العينات على هيئة متوازي مستطيلات بأبعاد ٦٢ في ١٢ في ٣ مم بواسطة جهاز داينيسكو لعمل المصهورات البوليمرية قليلة الأحجام. تم عمل أنظمة مختلطة من المطاط من نوع EP-g-MA مع مادة PET.

والغرض من عمل تلك الأنظمة هو تحسين الخواص الميكانيكية للمواد المسترجعة. ويبين الشكل ج-١٦ أثر إضافة ٤٠ % من المطاط على متانة المادة المسترجعة، حيث نتجت لدينا مادة تتمتع بمقاومة للصدمات بمقدار أكثر من ثلاثة أضعاف مقاومة المادة المسترجعة.



شكل ج-١٦ : أثر إضافة المطاط على الخواص الميكانيكية للمواد المسترجعة من البور ٢٢٣

المرحلة الرابعة : اقتراح منتجات مفيدة من النفايات البلاستيكية

ذكرنا سابقاً أن الإستراتيجية المثلى للاستفادة من النفايات البلاستيكية هو تحويلها إلى منتجات تتسم بطول عمرها

الاستخدامي. لذا تم تصنيع بعض المنتجات المفيدة مثل صناديق البريد والبلاط البلاستيكي وغيرها، كما يبين ذلك الشكل ج-١٧.



تحت إشراف وزارة البيئة والتخطيط الاقتصادي

المراجع

- [1] Christensen, T.H., Fruergaard, T., Matsufuji, Y. 2011. Residential waste. In□ Solid waste technology and management, edited by Thomas H. Christensen, Blackwell Publishing Ltd. ISBN□9783□ 751 7□405□ □
- [2] □Evolution of bio□waste generation/prevention and bio□ waste prevention indicators□, European commission DG Env, Final report, September 16, 2011.
- [3] Rajput, R., Prasad, G., Chopra, A.K. 2009. Scenario of solid waste management in present Indian context, Caspian J. Env. Sci. 7(1)□4553□
- [4] <http://www.ecomena.org/solid□waste□management□in□saudi□arabia>.
- [5] ملخص نتائج دراسة تصنيف مكونات النفايات في مدينة الرياض لعام ١٤٢٥ هـ، صالح بن أحمد العياض، الإدارة العامة للنظافة، أمانة مدينة الرياض.
- [6] □Scenarios of household waste generation in 2020□, European commission Joint Research Center, EUR 20771 EN, June 2003.
- [7] <http://www.epa.gov/osw/nonhaz/municipal/index.htm>
- [8] <http://www.id2.ca/downloads/eco□design□paper□facts.pdf>
- [9] <http://www.goinggreentoday.com/blog/11□facts□about□paper□waste>
- [10] <http://www.zerowaste.co.nz/what-is-waste/facts-figures>
- [11] Walker, P. 2000. Food residuals□ Waste product, by□ product, or co□product. In□Waste to animal feed, edited

- by Michael L. Westendorf. Iowa State University Press, Ames, Iowa (USA). ISBN 0-8138-2540-7.
- [12] <http://www.mrw.co.uk/news/food/waste/down/but/still/costs/uk/2bn/8622542.article>
- [13] <http://www.waraqat.net/200808//kuf/aln3mar2.jpg>
- [14] Alsewailem, F.D. 2009. Post consumer plastic in Riyadh, Kingdom of Saudi Arabia, Arab Gulf J. Sci. Res. 26 (3) 1681-75. In Arabic.
- [15] Backyard composting it's only natural, EPA530-F-09026, October 2009.
- [16] Alsewailem, F.D. Plastic waste problem the balance between economic benefits and the environment, National environmental conference, Qaseem university, Buraydah January 2008. In Arabic
- [17] Salthammer, T. 1999. Organic indoor air pollutants Occurrence, measurement, evaluation, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, Germany.
- [18] Ayoko, G.A. 2009. Volatile organic ingredients in household and consumer products. In Organic indoor air pollutants, 2nd ed., edited by Tunga Salthammer and Erik Uhde. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germany. ISBN 9782312675273
- [19] Rimkus, G.G., Wolf, M. 1996. Polycyclic mask fragrances in human adipose tissue and human milk, Chemosphere 33:2033-2043.
- [20] Bridges, B. 2002. Fragrance emerging health and environmental concerns, Flavour Frag. J. 17:361-371.
- [21] <http://www.onsafelines.com/images/newcoshh.gif>.
- [22] <http://www.ilacsd.org/pdf/brochures/HHW/Brochure0603.pdf>.

- [23] Chang, S.Y. 2009. Municipal solid waste management and disposal. In □Environmentally conscious materials handling, edited by Myer Kutz. John Wiley & Sons, Inc. ISBN □9780 □ 7070 □470 □0 □
- [24] <http://www.alsharq.net.sa/2013/01/1723/02/12/>.
- [25] <http://www.almadina.com/node/375643>.
- [26] <http://www.mutair.ws/vb/showthread.php?t=4604>.
- [27] <http://insidescoopsf.sfgate.com/files/201108/recycling.jpg>
- [28] Sabic Annual Report, 2004
- [29] Murray, R., Zero waste, Greenpeace environmental trust, London 2002.
- [30] Smith, D.N., Harrison, L.M., Simmons, A.J. 1999. A survey of schemes in the United Kingdom collecting plastic bottles for recycling. Resour. Conserv. Recy. 25 □ 7 □34.
- [31] <https://www.wageningenur.nl/en/show/Innovative-landfill-bioreactor-systems-for-municipal-solid-waste-treatment-in-East-Africa.htm>.
- [32] Brisson, I.E. 1997. Assessing the □Waste Hierarchy□ a social cost-benefit analysis of MSW management in the European Union. Samfund, Okonomi and Miljo Publication Number 19.
- [33] Huhtala, A. 1997. A Post-Consumer waste management model for determining optimal levels of recycling and landfilling. Environ. Resour. Econ. 10 (3): 301 □314 □
- [34] Kinnaman, T.C., Fullerton, D. 1999. The economics of residential solid waste management. NBER Working Paper No. 7326, JEL No. H71, Q28. <http://www.nber.org/papers/w7326>



السيرة الذاتية

للدكتور / فارس بن دباس السويلم

- يعمل الدكتور / السويلم أستاذ بحث في المركز الوطني لتقنية البتروكيماويات، التابع لمعهد بحوث المواد بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية في مدينة الرياض.
- وقد عمل مساعداً للمشرف على معهد بحوث البتروكيماويات للشؤون العلمية خلال المدة من يناير ٢٠٠٩ إلى ديسمبر ٢٠١١م.
- وهو حاصل على درجتي الماجستير والدكتوراه من جامعة فرجينيا الغربية بالولايات المتحدة الأمريكية في تخصص الهندسة الكيميائية، مع تخصص مساند في الرياضيات التطبيقية.
- وقد شارك في العديد من اللجان داخل مدينة الملك عبدالعزيز وخارجها.
- وهو عضو هيئة تحرير مجلة الجزيئات الضخمة مفتوحة المصدر، وعضو سابق في العديد من الجمعيات المهنية: مثل جمعية المهندسين الكيميائيين الأمريكية، وجمعية مهندسي البلاستيك وغيرها.
- تلقى العديد من الدورات التدريبية في مجال البوليمرات، وعمل في مختبر ارقون الوطني بالولايات المتحدة الأمريكية.
- تنصب الاهتمامات البحثية للدكتور / السويلم في مجال معالجة المواد البوليمرية وتطويرها. وقد قام بتحكيم العديد من المقترحات البحثية والأوراق العلمية المقدمة للنشر في مجلات عالمية. وقد قام أيضاً بالتدريس لطلبة البكالوريوس والدراسات العليا في الكلية التقنية بالرياض وجامعة الملك سعود وجامعة الأميرة نورة بنت عبد الرحمن. أشرف وساعد في الإشراف على العديد من رسائل الماجستير وناقشها.
- لديه كتاب مؤلف في سنة ١٤٣٠هـ بعنوان (البلاستيك والغذاء). وقد نشر العديد من الأوراق العلمية المحكمة في مجلات ومؤتمرات دولية، وصدر له ثمانى براءات اختراع من المكتب الأمريكي للعلامات التجارية وبراءات الاختراع.